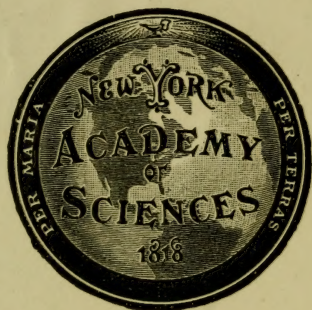




06.49.4
961

QH3
.B8565
*



Library

N. Y. ACADEMY
OF SCIENCES

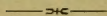
BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ DES SCIENCES NATURELLES

DE

NEUCHÂTEL



TOME XXI

1892-1893

1893-1894



NEUCHÂTEL

IMPRIMERIE DE H. WOLFRATH & C^{ie}

1893

SUR LA CAPACITÉ INDUCTIVE SPÉCIFIQUE

PAR ROBERT WEBER

(Lu à la séance du 23 février 1893)

Un condensateur est formé de deux surfaces conductrices peu distantes l'une de l'autre et séparées par un milieu non conducteur de l'électricité. En laissant les surfaces conductrices invariables et en ne changeant que le milieu contenu entre elles, la charge que prend ce condensateur pour une même différence de potentiel change aussi, autrement dit : la capacité du condensateur est fonction de ce milieu. Le rapport d'une de ces charges à la charge obtenue, quand les surfaces conductrices ne sont séparées que par de l'air, a été appelé par Faraday : la capacité inductive spécifique, ou par d'autres, la constante diélectrique.

La valeur de cette constante a été déterminée pour un assez grand nombre de substances et par différentes méthodes. Quand il s'est agi de corps solides, le milieu entre les surfaces conductrices du condensateur était ordinairement formé par deux couches d'air et une couche solide. Dans le cas des liquides, le milieu se composait tantôt d'une seule couche de liquide, tantôt de deux couches solides et d'une couche liquide, tantôt enfin de couches solides, liquides ou gazeuses.

Enfin, des méthodes indirectes conduisent également à la constante diélectrique.

Si l'on réunit les valeurs obtenues par les différentes méthodes, on trouve des divergences très-considérables, atteignant 30 % pour des liquides bien définis et faciles à étudier. Tout cela indique que nos connaissances sur la constante diélectrique sont encore loin d'être parfaites, et que d'autres recherches par de nouvelles méthodes sont bien motivées.

Dans ce qui suit, j'exposerai une méthode et des résultats qui se rapportent d'abord aux liquides; mais cette méthode est aussi applicable aux solides et aux gaz.

I. Théorie de la méthode.

Supposons un condensateur de forme cylindrique, composé de deux tubes de verre mince ayant le même axe. L'une des armatures se trouve à l'intérieur du plus petit et l'autre armature à l'extérieur du plus grand des deux tubes. L'intervalle laissé entre les deux tubes pourra contenir une substance quelconque, de capacité inconnue k . Si la surface conductrice du condensateur est S , si l'épaisseur de la couche d'air entre les armatures est d_1 , et si V est la différence de potentiel aux armatures, la charge du condensateur s'exprime par

$$Q_1 = \frac{S \cdot V}{4\pi d_1}$$

Si le milieu entre les armatures est autre que l'air, sa capacité inductive spécifique sera k et la charge deviendra

$$Q_2 = \frac{k S \cdot V}{4\pi d_1} = \frac{S \cdot V}{4\pi \frac{d_1}{k}}$$

Dans ce dernier cas, la charge a augmenté dans le rapport de k , ou bien la charge devient la même que si l'épaisseur d_1 du milieu avait diminué dans le rapport de k .

Par conséquent, si le condensateur est formé de deux couches de verre et d'une couche liquide, les premières ayant les épaisseurs d' et d'' et la capacité inductive spécifique k_v , le liquide ayant l'épaisseur d et la capacité spécifique k , la charge de ce condensateur sera (Boltzmann¹):

$$Q_l = \frac{S \cdot V}{4\pi \left\{ \frac{d'}{k_v} + \frac{d}{k} + \frac{d''}{k_v} \right\}} = \frac{S \cdot V}{4\pi \left\{ \frac{d' + d''}{k_v} + \frac{d}{k} \right\}} \quad (1)$$

En remplaçant dans le même condensateur le liquide par l'air, pour lequel $k = 1$, la charge du condensateur sera

$$Q_a = \frac{S \cdot V}{4\pi \left\{ \frac{d' + d''}{k_v} + d \right\}} \quad (2)$$

Notre but est de déterminer k ; nous maintenons donc constantes toutes les autres quantités. Dans ce cas et si a , b , c représentent des constantes, les relations (1) et (2) sont de la forme

$$Q_l = \frac{a}{b + \frac{c}{k}} \quad \text{et} \quad Q_a = \frac{a}{b + c}$$

En divisant la première relation par la seconde et en posant

$$d' + d'' = D; \quad \frac{c}{b} = p; \quad \frac{Q_l}{Q_a} = r$$

¹ Boltzmann, Berichte der Wiener Akademie, vol. 67, p. 43.

on obtient

$$r = \frac{1+p}{1+\frac{p}{k}} \quad (3)$$

d'où

$$k = \frac{p r}{p - r + 1} \quad (4)$$

Dans cette relation

$$p = \frac{c}{b} = \frac{d}{d' + d''} k_v = \frac{d}{D} k_v \quad (5)$$

est une constante de l'appareil qui forme le condensateur, et

$$r = \frac{Q_l}{Q_a} \quad (6)$$

est le rapport des charges d'un même condensateur, suivant que l'intervalle annulaire est rempli de liquide ou d'air.

Ce rapport r se détermine directement par l'expérience.

La détermination de la constante p pourrait être basée sur la mesure de d , de D et de k_v , cette dernière quantité ayant été trouvée par d'autres méthodes. On pourrait aussi mesurer directement les trois quantités d , D , et le rapport r pour un certain liquide en se servant en outre du k du même liquide déterminé par une autre méthode. Mais ce procédé est inadmissible, parce que la divergence entre les k du verre ou d'un liquide quelconque est beaucoup trop grande; elle dépasse le 30⁰/₀. Aussi la méthode ne serait-elle ni indépendante, ni absolue.

Par contre, s'il est possible de remplir l'espace annulaire du même verre dont est fait le condensateur,

ou d'un liquide dont la capacité inductive spécifique soit la même que celle du verre, le k de la formule (4) serait le même que k_v qui entre comme facteur dans l'expression de p [formule (5)]. Dans ce cas, la première devient, en y introduisant la seconde,

$$k_v = \frac{\frac{d}{D} \cdot k_v \cdot r'}{\frac{d}{D} \cdot k_v - r' + 1} \quad (7)$$

où r' représente alors la valeur spéciale de r correspondant à ce milieu électriquement homogène que j'appelle « liquide-verre ». En transformant (7), on obtient

$$k_v = r' + (r' - 1) \frac{D}{d} \quad (8)$$

expression dont le second membre ne contient que des quantités faciles à déterminer.

Ainsi, au moyen de (8), on peut trouver k_v ; ensuite avec (5), on peut calculer p , enfin (4) et les rapports r donneront, rapportée à l'air, la capacité inductive spécifique k du corps en question.

Cette méthode demande donc la connaissance et l'emploi d'un liquide qui ait la même capacité inductive spécifique que le verre du condensateur. Ce liquide se trouve, en tâtonnant, de la manière suivante : on remplit l'espace annulaire d'un liquide quelconque dont la capacité inductive spécifique k_l ne soit pas trop éloignée de celle du verre k_v ; l'observation donne r_1 . Supposons que k_l soit un peu plus petit que k_v . Retirons ce liquide de l'espace annulaire pour y introduire un tube du même verre, remplissant cet espace le plus complètement possible,

et remettons une partie du liquide qui a fourni r_1 , de façon à remplir l'espace laissé vide. La nouvelle valeur du rapport, soit r_1' , sera, d'après notre hypothèse, plus grande que celle de r_1 , et la surpassera d'autant plus que k_v est plus grand que k_l . En répétant cette opération avec divers liquides, on obtiendra des valeurs correspondantes de r_i et r_i' , et enfin une valeur de r_i identique à r_i' , c'est-à-dire que r aura la même valeur, pour le liquide seul, que pour le verre et le liquide intercalés ensemble dans l'espace annulaire. Ce liquide aura donc la même capacité inductive spécifique que le verre, et la valeur de r_i' pourra être introduite dans la formule (7).

Jusqu'ici j'ai supposé que l'espace annulaire contient un liquide. Rien n'empêche, en principe, de le remplir d'un gaz, ou d'y faire le vide. La méthode est donc applicable aux *gaz*.

Elle est applicable aussi aux *solides*. En effet, il suffit pour les corps dont le point de fusion n'est pas trop éloigné de la température ordinaire, et qui ne présentent pas de propriétés gênantes lors de leur solidification, de les introduire dans l'espace annulaire à l'état liquide et de les y laisser se solidifier. Les autres solides peuvent être réduits en particules assez petites pour qu'elles entrent facilement dans l'espace annulaire. On remplira alors d'un liquide convenable l'intervalle resté libre entre ces particules. On trouvera ce liquide en procédant comme avec le « liquide-verre ». Quand le liquide seul donne le même r_n que donne le mélange de ce liquide et du solide, soit r_n' , on aura la valeur du rapport r à introduire dans la formule (4) pour obtenir le k de ce solide.

II. Dispositions et opérations.

La méthode exposée ci-dessus exige qu'on détermine le rapport des charges du même condensateur, l'intervalle annulaire étant rempli d'abord de liquide, puis d'air. Cette détermination ne peut pas se faire directement; il faut plutôt comparer l'une et l'autre des deux charges à une troisième, celle d'un condensateur auxiliaire invariable. — Une petite bouteille de Leyde, formée d'une grande éprouvette, m'a servi à cet effet. Une même batterie d'accumulateurs A chargeait alternativement cette éprouvette E et le condensateur à liquide C. Chacune des armatures des deux condensateurs était mise en communication alternativement avec le pôle positif et avec le pôle négatif de la batterie à l'aide d'un commutateur interrupteur spécial R. La décharge positive (ou la décharge négative) du condensateur à liquide et celle de l'éprouvette passaient alternativement par un galvanomètre Wiedemann G. Un commutateur simple ordinaire B était intercalé entre les condensateurs et le commutateur interrupteur spécial R, et un commutateur analogue F se trouvait placé à portée de l'observateur près de la lunette, entre ce dernier et le galvanomètre. Le premier de ces interrupteurs avait pour but d'éliminer les différences provenant du commutateur interrupteur; le second servait à éliminer les variations du magnétisme terrestre. En D est un commutateur par lequel le galvanomètre est relié soit au condensateur à liquide C, soit au condensateur éprouvette E.

La figure 1 donne le schéma complet de la disposition.

Dans la disposition spéciale de cette figure et en supposant que le commutateur B relie a à b et c à d , que l'interrupteur D relie le point f à h , le pôle positif de l'accumulateur A charge l'armature intérieure du condensateur C par le côté gauche de la roue R, par le balai (3) et par les points a , b ; et en même temps par le balai (5) le commutateur F et les points h et f . L'armature extérieure est en même temps en communication avec le pôle négatif de la batterie par le balai (2). Dans cette position de la roue R, le condensateur se charge donc positivement sur son armature intérieure et négativement sur l'armature extérieure.

Si la roue tourne de la moitié de la distance de deux dents successives, toute communication entre la batterie et le condensateur est rompue.

La roue R continuant son mouvement arrive à une position telle que l'armature intérieure n'est en communication avec le pôle négatif de la batterie que par les points f , h , le galvanomètre G , le balai (6) et la dent de droite de la roue R; la communication de l'armature intérieure par b , a , et le balai (3) conduit sur l'isolant de la roue R. L'armature extérieure du condensateur communique par le balai (1) avec la dent de gauche et avec le pôle positif.

La quatrième position est identique à la seconde. Ces positions se répètent toujours dans le même ordre tant que tourne la roue R, on réalise donc par là : 1^o une charge du condensateur dans un certain sens; 2^o une charge en sens inverse. Ces dispositions ont l'avantage de ne pas donner une simple décharge, mais après chaque charge une autre en sens inverse au même potentiel. En outre, par le fil F, (6) la dé-

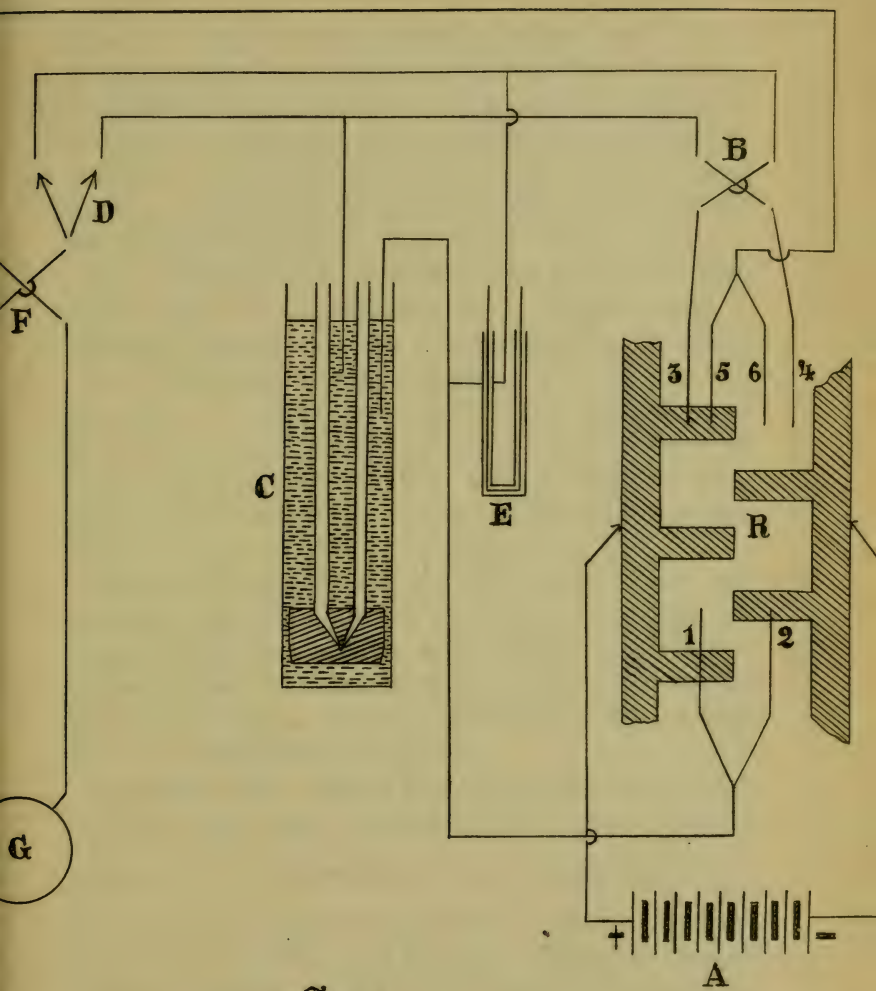


Fig. 1.

charge a toujours lieu dans le même sens, de là la possibilité d'employer un galvanomètre. En effet, la batterie d'accumulateurs étant assez puissante et la vitesse de rotation du commutateur interrupteur suffisante, le nombre et la puissance des impulsions données à l'aimant du galvanomètre lui impriment une déviation constante et considérable.

Le condensateur E se trouve dans les mêmes conditions que le condensateur C, si l'interrupteur D relie les points *h* et *g*. Au commutateur B, les points *c* et *d* établissent la communication avec le balai (4). En outre, si le condensateur C donne une décharge positive par le galvanomètre, le condensateur E donne une décharge négative. C'est toujours, comme dans le condensateur à liquide, la charge des armatures que l'on mesure.

Cette différence de signe de la charge, ainsi que quelques petites différences provenant du contact des balais sur les deux moitiés de la roue R, recommande l'intercalation du commutateur B. Ce commutateur permet en effet de changer le sens de la charge dans les deux condensateurs à la fois.

Le rapport des charges des deux condensateurs C et E pour une même substance placée dans l'espace annulaire du condensateur C, soit le rapport $\frac{C}{E}$, s'obtient comme moyenne de plusieurs séries de mesures. Suivant la substance, j'ai fait de 2 à 6 séries. Chaque série se compose de 10 à 20 valeurs correspondant aux décharges des condensateurs C et E.

La marche d'une mesure était donc la suivante : le condensateur C étant rempli de la substance à étudier et la communication partout bien établie, la

roue R était mise en mouvement uniforme par un moteur à puissance constante. Quand la vitesse voulue était atteinte, je donnais au commutateur B sa première position, je mettais h en communication avec f à l'interrupteur D, et le commutateur F prenait la position qui donnait au galvanomètre une déviation dans un certain sens. En renversant ensuite le sens du courant dans le galvanomètre par le commutateur F, j'obtenais la déviation correspondante dans le sens opposé. La différence de ces deux lectures était un nombre proportionnel à la charge du condensateur C.

Sans rien changer en B et en F, mais en mettant le levier D sur h , g , la décharge de l'éprouvette E donnait une déviation au galvanomètre dans le premier sens, et en renversant le commutateur F, le galvanomètre donnait la déviation correspondante dans l'autre sens. La différence de ces deux lectures est un nombre proportionnel à la charge de l'éprouvette E. Après avoir trouvé 5 de ces différences correspondantes, je renversais le commutateur B, et je trouvais une nouvelle série de 5 différences correspondantes. Les 40 lectures nécessaires demandent environ 5 minutes. La moyenne des différences obtenues donne une valeur du rapport $\frac{C}{E}$.

III. Les appareils.

A. *Le condensateur à liquide.* — Ce condensateur se compose de 3 cylindres en verre, dont le plus gros n'a pour but que de recevoir les deux autres, ainsi que l'armature extérieure du condensateur propre-

ment dit. Les deux cylindres de verre avaient environ 75 cm. de longueur ; l'une des extrémités était fermée de façon à former un fond conique. Les sommets de ces cônes devaient s'emboîter assez exactement l'un dans l'autre, pour que le tube intérieur prît toujours dans le bas la même position par rapport à l'autre. A environ 15 cm. du haut, les deux tubes portaient au même niveau des traits horizontaux, à l'intérieur pour le petit, à l'extérieur pour le plus gros. Une ligne tracée le long d'une génératrice dans chacun des cylindres permettait de les orienter exactement. Le plus petit des cylindres était rempli jusqu'au trait horizontal d'une solution de sulfate de cuivre ; elle formait l'armature intérieure du condensateur. La partie des tubes de verre qui dépassait la solution de sulfate de cuivre était couverte d'une mince couche de paraffine, appliquée à chaud dans le but d'assurer une isolation parfaite des armatures. Toute conductibilité était donc exclue. Un bouchon en liège paraffiné fermait le tube hermétiquement et portait en même temps une forte tige de cuivre qui plongeait de plusieurs centimètres dans la solution. La partie supérieure de cette tige entraînait dans un petit tube en verre, tandis que par le haut entraînait le fil devant la faire communiquer avec les commutateurs B et D. Une goutte de mercure assurait le contact entre ces deux fils de cuivre.

L'espace laissé entre le second et le troisième cylindre était aussi rempli d'une solution de sulfate de cuivre, qui arrivait à la même hauteur que celle du tube intérieur et qui formait l'armature extérieure du condensateur. Une forte tige de cuivre qui y plongeait établissait la communication avec les balais (1) et (2) du commutateur R.

Il restait à maintenir entre les deux cylindres une distance aussi égale et uniforme que possible, ou du moins un espace annulaire toujours de même forme et de mêmes dimensions. L'extrémité inférieure ayant sa place bien fixée et les tubes étant bien orientés, j'ai introduit à égale profondeur entre les deux cylindres et à des endroits équidistants, marqués sur le plus petit des cylindres par des traits larges et longs, trois petits morceaux de bois de même dimension et légèrement taillés en coin. Pour plus de sûreté, les marques et les cales étaient numérotées.

C'est l'épaisseur moyenne des cylindres de verre et l'épaisseur moyenne de la couche entre les cylindres qui entrent dans la formule (5). L'inégalité de ces dimensions dans la partie conique au bas des cylindres demande une correction pour les épaisseurs. Mais cette correction étant difficile à déterminer sans couper les cônes suivant leur longueur, j'ai préféré tourner cette difficulté en éliminant l'effet des parties coniques. Il suffit évidemment d'arrêter les armatures au-dessus du cône. Je l'ai fait en remplissant à chaud de paraffine la partie conique du cylindre intérieur, et en faisant plonger celle du cylindre extérieur dans un bloc de même substance, de manière que l'adhérence entre la paraffine et le verre soit parfaite partout. Ce bloc avait 10 cm. de diamètre et 5,5 cm. de hauteur.

L'épaisseur moyenne du verre, ainsi que celle de la couche liquide a été déterminée par les volumes intérieurs et ceux qui étaient déplacés par les cylindres et en retranchant les volumes des parties coniques. Ces derniers volumes ont été déduits du poids correspondant de mercure.

Les volumes extérieurs des deux cylindres étaient de 1188,5 cm³ et de 842,5 cm³, tandis que les volumes intérieurs étaient de 1067,35 cm³ et de 782,0 cm³. La longueur de l'armature cylindrique était de 62,75 cm. Les rayons moyens des surfaces cylindriques du petit tube sont par conséquent 19,917 mm. et 20,673 mm., tandis que ceux du grand tube sont 23,269 mm. et 24,554 mm. De là se déduisent les épaisseurs moyennes :

du verre du tube intérieur	$d' = 0,756$ mm.
du verre du tube extérieur	$d'' = 1,285$ »
du liquide de l'espace annulaire	$d = 2,596$ »

L'erreur commise est plus petite que 0,02 mm.

Le liquide à étudier se trouvait dans l'espace annulaire entre les deux cylindres et jusqu'au niveau des armatures liquides. Toute déformation du condensateur ensuite d'une pression hydrostatique est donc exclue. Presque toujours, je n'ai versé le liquide dans son espace qu'après avoir composé le condensateur, car il m'était facile, tout l'appareil étant transparent, de m'assurer de l'adhérence parfaite du liquide au verre. Avant de passer de l'étude d'un liquide à un autre, j'ai bien essuyé les deux surfaces de verre qui étaient en contact avec le liquide ; et au besoin, j'ai lavé ces surfaces avec un liquide dissolvant et à température d'ébullition peu élevée.

Pour l'étude des gaz (air et acide carbonique), je ne me suis pas contenté de les sécher et de faire passer, en l'introduisant au fond de l'espace annulaire au moyen d'un mince tube capillaire, une quantité de gaz environ 30 fois plus grande que le volume nécessaire, mais je l'ai maintenu sec à l'aide d'une dis-

position spéciale appliquée au haut du tube extérieur. Celle-ci se composait d'une galerie de verre d'assez grande ouverture et destinée à recevoir une couche d'acide sulfurique concentré. Une autre cloche de verre, de plus petit diamètre et percée dans le haut, passait par dessus les parties supérieures des deux cylindres et plongeait par ses bords dans l'acide sulfurique. La cloche était fermée dans le haut par un bouchon au travers duquel passait le fil de cuivre. Le gaz était emprisonné complètement et était en contact avec l'acide; en outre, la communication entre l'armature intérieure et les fils passant au dehors était réalisable.

B. *Le condensateur auxiliaire.* — Le condensateur auxiliaire ou de comparaison a été chargé et déchargé dans les mêmes conditions que le condensateur à liquide, et c'est à ses charges que j'ai d'abord comparé toutes les charges du condensateur à liquide. Je l'ai fait avec une grande éprouvette en verre mince et régulier, de 21 cm. de longueur et d'environ 21 mm. de diamètre, en argentant le verre à l'intérieur et à l'extérieur sur une longueur d'environ 15 cm. La partie supérieure, non argentée, était couverte d'une mince couche de paraffine. Avec ce condensateur argenté, on est plus sûr qu'avec une bouteille de Leyde ordinaire d'avoir éliminé toute influence de l'humidité et du changement de température.

Par comparaison directe avec un condensateur étaloné, celui-ci étant mis à la place du condensateur à liquide, j'ai trouvé la capacité de cette éprouvette argentée E égale à 1024 U. E. S., ou à 0,00114 microfarad.

C. *La batterie.* — L'électricité nécessaire à la charge des condensateurs a été fournie par une batterie de 12 accumulateurs. Chaque accumulateur se compose de 2 plaques de 16 cm. sur 13 cm. La majeure partie des mesures a été faite avec trois accumulateurs, donc avec une différence de potentiel de 6,25 volts seulement.

La capacité du condensateur à liquide était au plus le triple de celle du condensateur auxiliaire, soit de 0,0034 microfarad; j'employais 11 accumulateurs (environ 23 volts) au plus, et il y avait environ 200 décharges par seconde. Le courant demandé aux accumulateurs était donc de

$$I = 0,0034 \cdot 10^{-6} \cdot 23 \cdot 200 = 0,000016 \text{ ampère}$$

au plus, quoique la batterie supportât facilement une décharge de 1 ampère. On pourra donc admettre que, de lecture en lecture, ni la force électromotrice des accumulateurs, ni le potentiel de charge des condensateurs n'ont changé.

La très faible différence de potentiel de 6,25 volts facilite l'isolation et élimine une des causes d'erreur.

D. *L'interrupteur-commutateur.* — L'emploi du galvanomètre suppose un courant d'un seul et même sens, ou bien des décharges d'une seule et même électricité, ou bien encore, pour une même électricité, seulement les charges ou seulement les décharges, et celles-ci dans des intervalles tout à fait réguliers. En choisissant cette dernière alternative, j'ai adopté un commutateur en forme de roue. C'est une modifica-

tion des commutateurs cylindriques employés par Poggendorff et par Jacobi¹.

Une portion de la surface cylindrique est développée en plan dans la figure 1. La position relative des dents, ainsi que la position des balais, y est assez visible. Les bases du cylindre sont chacune en contact avec la série de dents situées du côté de cette base. D'autre part, elles sont relevées à l'axe de rotation de la roue. Cet axe se compose de deux pièces isolées l'une de l'autre, ainsi que les dents de la surface, par un corps isolant, une espèce de ciment très dur et très mauvais conducteur. Ce même axe portait un volant de 21 cm. de diamètre. Des balais spéciaux venant de la batterie d'accumulateurs appuyaient sur cet axe et amenaient l'électricité aux bases du cylindre, de là aux dents, et puis, suivant la position des balais (1) à (6), aux condensateurs.

Par cet arrangement spécial, j'ai obtenu l'avantage de pouvoir ne faire passer par le galvanomètre que la décharge, et de pouvoir charger les armatures des condensateurs alternativement en sens contraire, au lieu de permettre une simple décharge. Cette dernière circonstance empêche la formation des charges résiduelles et élimine tous leurs inconvénients.

La roue R a environ 9 cm. de diamètre et 5,5 cm. de largeur ; les 2 séries de 12 dents ont chacune 6,5 mm. de largeur ; l'espace entre deux dents communiquant à la même base a 17 mm. de largeur ; et l'isolant entre deux dents successives a 5 mm. de largeur.

La vitesse de la roue était très constante et de 1020 à 1100 tours par minute, suivant le groupe de

¹ Wiedemann, Elektrizität, tome I, pages 309 et 310.

mesures. Les balais faisaient donc contact pendant 0,0013 seconde.

E. *Le moteur.* — Comme moteur actionnant le commutateur R, j'ai employé un moteur électrique Siemens & Halske d'environ 100 watts de puissance. La source d'électricité était très constante. L'uniformité du mouvement était bien assurée par la constance de ce courant, par l'armature du moteur électrique qui a un assez grand moment, par un volant spécial fixé sur l'axe de la roue R, et enfin par le fait que le frottement des balais sur la roue R était très faible.

F. *Le galvanomètre.* — Le galvanomètre est du type Wiedemann, construit par Hartmann & Braun. Son aimant, en forme de cloche, est assez lourd. En le rendant astatique et apérodique, sa sensibilité devient telle qu'un courant continu d'environ 0,00001 ampère donne une déviation de 600 mm. sur une échelle distante de 270 cm. du miroir. Dans la règle, j'ai pu lire sur l'échelle les cinquèmes de millimètre.

Tous les fils de cuivre qui reliaient les différents appareils étaient isolés à la gutta-percha, et ils étaient supportés, quand cela me paraissait utile, par du caoutchouc.

IV. Les mesures.

Dans ce qui suit, je donne : 1° pour les différents milieux les valeurs du rapport $\frac{C}{E}$ de la charge du condensateur C à celle du condensateur E, obtenue dans les mêmes conditions, et, comme indications

complémentaires, 2^o la différence de potentiel employée ΔP ; 3^o la température t ; 4^o la pression atmosphérique b ; 5^o le nombre de tours N du commutateur R . L'erreur probable est désignée par e . Pour qu'on puisse juger de la qualité des indications du galvanomètre, voici d'abord, comme exemple, les différences des lectures obtenues en chargeant le condensateur à air C et le condensateur auxiliaire E . Le premier groupe est :

158,0	158,0	158,8	158,0	160,4	pour C
et 329,2	333,8	332,0	333,0	333,0	pour E

soit en moyenne

$$158,6 \quad \text{et} \quad 332,2,$$

tandis que le second groupe est

145,4	146,8	148,2	148,0	148,0	pour C
et 340,0	343,4	343,4	342,0	340,4	pour E

soit en moyenne

$$147,3 \quad \text{et} \quad 341,6.$$

De ces quatre valeurs, je déduis la moyenne géométrique

$$\frac{C}{E} = 0,45372.$$

A. Air sec.

1)	$\frac{C}{E} = 0,45372$	3 accumulateurs
	$= 0,45631$	$\Delta P = 6,25$ volts
	$= 0,45265$	$t = 15^0,8$ Cels.
	$= 0,45348$	$b = 727$ mm.
		$N = 1100$

Moyenne $= 0,45404$ ($e = 0,0011$).

2)	$\frac{C}{E} = 0,44964$	5 accumulateurs
	$= 0,45376$	$\Delta P = 10,4$ volts
	$= 0,45161$	$t = 15^0$
	$= 0,44850$	$b = 727$ mm.
		$N = 1100$
Moyenne	$= 0,45088$	$(e = 0,0016)$.

		7 accumulateurs
3)	$\frac{C}{E} = 0,44603$	$\Delta P = 14,56$ volts
	$= 0,44807$	$t = 15^0$
	$= 0,44615$	$b = 727$ mm.
		$N = 1100$
Moyenne	$= 0,44675$	$(e = 0,0007)$.

B. *Air humide.*

Etathygométrie = 0,85
7 accumulateurs

4)	$\frac{C}{E} = 0,44441$	$\Delta P = 14,56$ volts
	$= 0,44821$	$t = 14^0,5$
	$= 0,44437$	$b = 725$ mm.
		$N = 1100$
Moyenne	$= 0,44566$	$(e = 0,0015)$.

C. *Acide carbonique.*

5)	$\frac{C}{E} = 0,45458$	3 accumulateurs
	$= 0,45686$	$\Delta P = 6,25$ volts
	$= 0,45663$	$t = 15^0,8$
	$= 0,46005$	$b = 728$ mm.
		$N = 1116$
Moyenne	$= 0,45703$	$(e = 0,0016)$.

		7 accumulateurs
6)	$\frac{C}{E} = 0,45657$	$\Delta P = 14,56$ volts
	$= 0,45266$	$t = 15^0,5$
	$= 0,45743$	$b = 727$ mm.
		$N = 1100$
Moyenne	$= 0,45555$	$(e = 0,0017).$

		9 accumulateurs
7)	$\frac{C}{E} = 0,44416$	$\Delta P = 18,7$ volts
	$= 0,45150$	$t = 15^0,5$
	$= 0,44883$	$b = 727$ mm.
	$= 0,45315$	$N = 1100$
Moyenne	$= 0,44941$	$(e = 0,0027).$

		11 accumulateurs
8)	$\frac{C}{E} = 0,4341$	$\Delta P = 22,9$ volts
	$= 0,4392$	$t = 15^0$
	$= 0,4405$	$b = 727$ mm.
	$= 0,4360$	$N = 1100$
	$= 0,4383$	
	$= 0,4478$	
Moyenne	$= 0,4392$	$(e = 0,0032).$

D. Sulfure de carbone.

Le sulfure de carbone a été fraîchement distillé.

		5 accumulateurs
9)	$\frac{C}{E} = 0,7753$	$\Delta P = 10,4$ volts
	$= 0,7767$	$t = 13^0,0$
	$= 0,7723$	$b = 727$ mm
	$= 0,7737$	$N = 1016$
Moyenne	$= 0,7745$	$(e = 0,0012).$

E. *Benzol.*

Le benzol a été fourni par M. C.-F. Kahlbaum, à Berlin, et désigné par $t = 80$ à 82^0 .

10)	$\frac{C}{E} = 0,73479$	5 accumulateurs
	$= 0,73559$	$\Delta P = 10,4$ volts
	$= 0,73265$	$t = 12^0,5$
	$= 0,72787$	$N = 1010$
Moyenne	$= 0,73273$	$(e = 0,0024).$

F. *Essence de térébenthine.*

11)	$\frac{C}{E} = 0,73608$	3 accumulateurs
	$= 0,73105$	$\Delta P = 6,25$ volts
	$= 0,73173$	$t = 15^0,8$
	$= 0,73045$	
Moyenne	$= 0,73233$	$(e = 0,0017).$

G. *Pétrole.*

Ce pétrole se vend comme « huile de sûreté »; sa température d'ébullition est de $T = 180^0$.

12)	$\frac{C}{E} = 0,69045$	4 et 3 accumulateurs
	$= 0,68137$	$\Delta P = 8,3$ et $6,25$ volts
	$= 0,68675$	$t = 13^0,4$
	$= 0,68720$	
	$= 0,69390$	
Moyenne	$= 0,68793$	$(e = 0,0028).$

H. Paraffine liquide.

13)	$\frac{C}{E} = 0,72277$	3 accumulateurs
	$= 0,72681$	$\Delta P = 6,25$ volts
	$= 0,72671$	$t = 15^0,3$
	$= 0,72110$	
	$= 0,72065$	
Moyenne	$= 0,72361$	($e = 0,0020$).

I. Ether sulfurique.

L'éther a été fourni par M. C.-F. Kahlbaum, il portait la désignation : « distillé sur le sodium ». Deux séries de mesures, faites à un intervalle d'un mois, ont donné des moyennes un peu différentes. La première série a été précédée de mesures faites sur l'eau, mais l'espace annulaire a été bien essuyé puis séché par de l'air sec introduit dans la partie inférieure de cet espace. La seconde série a été précédée de mesures faites sur un mélange de pétrole et d'alcool amylique. La différence est d'environ 0,6 %. Plusieurs raisons me portent à attribuer plus de confiance en la plus grande des deux valeurs, celle qui a été obtenue par la première série. Cette série a fourni les valeurs suivantes :

14)	$\frac{C}{E} = 1,0396$	3 accumulateurs
	$= 1,0325$	$\Delta P = 6,25$ volts
	$= 1,0335$	$t = 13^0,1$
	$= 1,0355$	$N = 1020$
Moyenne	$= 1,0352$	($e = 0,0021$).

$$\begin{array}{rcl}
 15) & \frac{C}{E} = 1,0404 & 5 \text{ accumulateurs} \\
 & & \Delta P = 10,4 \text{ volts} \\
 & = 1,0378 & \\
 \text{Moyenne} & \hline & = 1,0391 \text{ } (e = 0,0012).
 \end{array}$$

La seconde série de mesures a donné :

$$\begin{array}{rcl}
 16) & \frac{C}{E} = 1,0308 & 3 \text{ accumulateurs} \\
 & & \Delta P = 6,25 \text{ volts} \\
 & = 1,0309 & t = 14^0,4 \\
 & = 1,0252 & \\
 \text{Moyenne} & \hline & = 1,0290 \text{ } (e = 0,0022).
 \end{array}$$

K. Eau.

$$\begin{array}{rcl}
 17) & \frac{C}{E} = 2,7424 & 3 \text{ accumulateurs} \\
 & & \Delta P = 6,25 \text{ volts} \\
 & = 2,7660 & t = 14^0,0 \\
 & = 2,7775 & N = 1100 \\
 & = 2,7802 & \\
 & = 2,7457 & \\
 & = 2,7386 & \\
 \text{Moyenne} & \hline & = 2,7584 \text{ } (e = 0,012).
 \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl}
 18) & \frac{C}{E} = 2,8743 & 3 \text{ accumulateurs} \\
 & & \Delta P = 6,25 \text{ volts} \\
 & = 2,7644 & t = 13^0,5 \\
 & = 2,7361 & \\
 & = 2,7078 & \\
 \text{Moyenne} & \hline & = 2,7706 \text{ } (e = 0,05).
 \end{array}$$

Cette série a été faite neuf jours après la première et neuf autres liquides ont été introduits dans le condensateur.

L. *Acide sulfurique.*

19)	$\frac{C}{E} = 2,7792$	3 accumulateurs
		$\Delta P = 6,25$ volts
	$= 2,7776$	$t = 14^0,5$
	$= 2,7610$	$N = 1100$
	$= 2,7864$	
Moyenne	$= 2,7761$	$(e = 0,007).$

M. *Alcool méthylique.*

Les trois alcools étudiés proviennent de M. C.-F. Kahlbaum.

L'alcool méthylique porte l'indication « sans acétone ».

20)	$\frac{C}{E} = 2,8438$	3 accumulateurs
		$\Delta P = 6,25$ volts
	$= 2,8724$	$t = 14^0$
	$= 2,8354$	$N = 1010$
	$= 2,8323$	
	$= 2,8782$	
	$= 2,8610$	
Moyenne	$= 2,8539$	$(e = 0,013).$

N. *Alcool éthylique.*

21)	$\frac{C}{E} = 2,8690$	titre = 99,8 %
		3 accumulateurs
	$= 2,8913$	$\Delta P = 6,25$ volts
	$= 2,8653$	$t = 14^0,6$
	$= 2,8353$	
Moyenne	$= 2,8652$	$(e = 0,015).$

O. Alcool amylique.

22)	$\frac{C}{E} = 2,5358$	3 accumulateurs
	$= 2,5983$	$\Delta P = 6,25$ volts
	$= 2,5351$	$t = 15^0$
	$= 2,5193$	
Moyenne	$= 2,5471$	$(e = 0,023).$

P. Mélanges d'eau et d'acide sulfurique.

19)	$\frac{C}{E} = 2,7761$	5 parties $S O_4 H_2$
		$t = 14^0,5$
20)	$\frac{C}{E} = 2,8110$	5 $S O_4 H_2 + 1 H_2 O$
	$= 2,8136$	$\Delta P = 6,25$ volts
	$= 2,8253$	$t = 15^0$
	$= 2,7976$	$N = 1100$
Moyenne	$= 2,8119.$	

21)	$\frac{C}{E} = 2,8040$	5 $S O_4 H_2 + 2 H_2 O$
	$= 2,8050$	$\Delta P = 6,25$ volts
	$= 2,8011$	$t = 15^0$
		$N = 1100$
Moyenne	$= 2,8034.$	

22)	$\frac{C}{E} = 2,8177$	5 $S O_4 H_2 + 3 H_2 O$
	$= 2,8195$	$\Delta P = 6,25$ volts
	$= 2,8137$	$t = 15^0,3$
	$= 2,8320$	$N = 1100$
Moyenne	$= 2,8232.$	

23)	$\frac{C}{E} = 2,8025$	$5 \text{ S O}_4 \text{ H}_2 + 4 \text{ H}_2 \text{ O}$
	$= 2,8011$	$\Delta P = 6,25 \text{ volts}$
	$= 2,8082$	$t = 15^0,3$
	$= 2,7965$	$N = 1100$
Moyenne	$= 2,8021.$	

24)	$\frac{C}{E} = 2,8022$	$5 \text{ S O}_4 \text{ H}_2 + 5 \text{ H}_2 \text{ O}$
	$= 2,8017$	$\Delta P = 6,25 \text{ volts}$
	$= 2,8185$	$t = 15^0,4$
	$= 2,8323$	$N = 1100$
Moyenne	$= 2,8137.$	

25)	$\frac{C}{E} = 2,7692$	
	$= 2,7950$	
	$= 2,7582$	
	$= 2,7260$	
Moyenne	$= 2,7621$	$5 \text{ S O}_4 \text{ H}_2 + 10 \text{ H}_2 \text{ O}$

		$\Delta P = 6,25 \text{ volts}$
		$t = 14^0,8$
		$N = 1100$

26)	$\frac{C}{E} = 2,7287$
	$= 2,7282$
	$= 2,7522$
	$= 2,7633$
Moyenne	$= 2,7431.$

17)	Moyenne $\frac{C}{E} = 2,7584$	Eau
		$\Delta P = 6,25 \text{ volts}$
		$t = 13^0,5$

18)	Moyenne $\frac{C}{E} = 2,7706$
-----	--------------------------------

Q. *Mélanges d'alcool éthylique et d'eau.*

$$21) \text{ Moyenne } \frac{C}{E} = 2,8652 \quad \begin{array}{l} 100 \text{ C}_2\text{H}_6\text{O} + 0,2 \text{ H}_2\text{O} \\ t = 14^0,6 \end{array}$$

$$27) \quad \begin{array}{l} \frac{C}{E} = 2,9005 \\ \phantom{\frac{C}{E}} = 2,8745 \\ \phantom{\frac{C}{E}} = 2,8953 \\ \phantom{\frac{C}{E}} = 2,8749 \\ \phantom{\frac{C}{E}} = 2,8894 \end{array} \quad \begin{array}{l} 100 \text{ C}_2\text{H}_6\text{O} + 1 \text{ H}_2\text{O} \\ \Delta P = 6,25 \text{ volts} \\ t = 15^0,8 \end{array}$$

$$\text{Moyenne} \quad = 2,8869.$$

$$28) \quad \begin{array}{l} \frac{C}{E} = 2,9260 \\ \phantom{\frac{C}{E}} = 2,9803 \\ \phantom{\frac{C}{E}} = 2,9890 \\ \phantom{\frac{C}{E}} = 2,9980 \\ \phantom{\frac{C}{E}} = 2,9400 \\ \phantom{\frac{C}{E}} = 3,0112 \\ \phantom{\frac{C}{E}} = 2,9168 \end{array} \quad \begin{array}{l} 100 \text{ C}_2\text{H}_6\text{O} + 10 \text{ H}_2\text{O} \\ \Delta P = 6,25 \text{ volts} \\ t = 13^0 \end{array}$$

$$\text{Moyenne} \quad = 2,9659.$$

$$29) \quad \begin{array}{l} \frac{C}{E} = 3,0267 \\ \phantom{\frac{C}{E}} = 3,0315 \\ \phantom{\frac{C}{E}} = 3,0108 \\ \phantom{\frac{C}{E}} = 3,0038 \\ \phantom{\frac{C}{E}} = 2,9965 \end{array} \quad \begin{array}{l} 100 \text{ C}_2\text{H}_6\text{O} + 100 \text{ H}_2\text{O} \\ \Delta P = 6,25 \text{ volts} \\ t = 14^0,2 \end{array}$$

$$\text{Moyenne} \quad = 3,0139.$$

$$17) \text{ et } 18) \text{ Moyenne } \frac{C}{E} = 2,7645. \quad \text{Eau pure}$$

R. *Mélanges d'alcool amylique et de benzol.*

Avec ce mélange, la concordance des résultats était quelquefois difficile à obtenir. Certaines séries étaient bonnes, mais d'autres présentaient une incertitude allant jusqu'à 10 %. Il me reste plusieurs questions à résoudre au sujet de ces mélanges; je ne communique donc pas ici les résultats de toutes les mesures, mais seulement une valeur moyenne correspondant à un certain titre de mélange, pour renvoyer à plus tard l'étude des particularités. J'ai toujours employé trois accumulateurs, mais par suite d'une décharge accidentelle, la différence de potentiel avait baissé au-dessous des 6,25 volts et l'on serait tenté, à tort je crois, d'expliquer par ce fait la petitesse de la valeur 0,707. La température variait de 15° à 16°,4 pour les différentes séries.

	Alcool amylique.	Benzol.	Rapport $\frac{C}{E}$
30)	0	100	0,7327
	9	91	0,7782
	17,6	82,4	0,8106
	20	80	0,7974
	25	75	0,707
	30	70	0,75
	40	60	1,253
	50	50	2,1
	75	25	2,64
	100	0	2,5471

S. *Mélanges d'éther sulfurique et d'alcool éthylique.*

Les valeurs moyennes du rapport $\frac{C}{E}$ dans le tableau suivant sont déduites pour la plupart de deux séries

de mesures. Comme pour les valeurs précédentes, les premières et les dernières méritent plus de confiance que celles du milieu. La température du liquide variait entre 14°,5 et 16° suivant la série ; la différence de potentiel était de $\Delta P = 6,25$ volts.

	Alcool éthylique.	Ether.	$\frac{C}{E}$
31)	0	100	1,0257
	1	99	1,048
	3,5	96,5	1,023
	5	95	0,984
	6	94	1,60
	7	93	1,66
	8	92	1,90
	9	91	2,01
	10	90	2,12
	13	87	2,39
	100	0	2,865

T. *Mélange de pétrole et d'alcool amylique.*

Les mélanges précédents de même que celui-ci ont été faits et étudiés dans le double but de connaître l'influence du titre des mélanges sur leur capacité inductive spécifique, et de trouver un liquide dont la capacité inductive fût la même que celle du verre du condensateur à liquide. C'est à ce mélange que je me suis arrêté, comme étant celui qui remplissait mieux ce but. Quoique le mélange soit aussi intéressant au premier point de vue, je n'ai pas encore dirigé les mesures et les expériences dans ce sens-là, mais j'ai presque exclusivement visé la détermination du « liquide verre ». Le principe de l'expérience est indiqué aux pages 7 et 8.

Partant de l'idée que la vraie valeur de $\frac{C}{E}$ serait celle qui est donnée par le condensateur à liquide, quand l'espace annulaire est entièrement rempli de verre, je me suis rapproché de cette condition en me basant sur les valeurs de $\frac{C}{E}$ obtenues quand il y avait le plus de verre possible dans le condensateur. Ainsi, après quelques tâtonnements qui me conduisirent assez près du mélange voulu, j'ai composé le condensateur à liquide comme d'ordinaire, puis j'ai introduit dans l'espace annulaire un cylindre en verre identique à celui du condensateur. Ce cylindre était ouvert aux deux bouts, et remplissait assez exactement l'espace annulaire. J'ai encore rempli l'espace laissé libre par le verre avec le mélange de pétrole et d'alcool amylique. Au moyen de ce condensateur j'ai fait trois séries complètes.

Puis, après avoir retiré le cylindre en verre et avoir rempli l'espace annulaire du même mélange que précédemment, j'ai fait trois nouvelles séries complètes. — Enfin j'ai reconstruit le condensateur contenant le verre, pour faire encore trois séries complètes. La moyenne des six rapports, obtenus par les trois premières et les trois dernières séries, était la valeur à comparer à la moyenne des trois séries intermédiaires. Il fallait, en changeant peu à peu le titre du mélange, arriver à l'identité de ces moyennes.

J'ai obtenu :

$$32) \quad \text{avec le verre } \frac{C}{E} = 1,3973$$

$$\text{et sans le verre } \frac{C}{E} = 1,3771$$

pour un certain mélange.

En ajoutant à ce mélange 1⁰/₀ d'alcool, les résultats devinrent :

$$33) \quad \text{avec le verre } \frac{C}{E} = 1,3970$$

$$\text{et sans le verre } \frac{C}{E} = 1,3875$$

Une nouvelle quantité d'alcool (environ 1⁰/₀) changea les résultats en ceux-ci :

$$34) \quad \text{avec le verre } \frac{C}{E} = 1,400$$

$$\text{sans le verre } \frac{C}{E} = 1,522$$

De là je conclus que le mélange et le verre de mon condensateur ont la même capacité inductive spécifique si

$$35) \quad \frac{C}{E} = 1,398$$

Je désignerai par « liquide-verre » ce mélange particulier.

Il doit contenir environ 100 parties de pétrole sur 59 parties d'alcool amylique. Sa densité est de 0,798.

Les cylindres de verre ont été faits par MM. Alt, Eberhardt et Jäger, à Ilmenau.

V. Calculs et résultats.

Les valeurs de $\frac{C}{E}$ trouvées en 35) et 1) pour le « liquide-verre » et pour l'air donnent d'après (6) la valeur spéciale de r pour le « liquide-verre » ou pour le verre ; c'est-à-dire :

$$r' = \frac{1,398}{0,45404} = 3,0791$$

D'après les résultats de la page 15, on a

$$\begin{aligned} D &= d' + d'' = 0,756 + 1,285 = 2,041 \\ \text{et} \quad d &= 2,596 \end{aligned}$$

d'où, par la formule (8), pour le verre

$$36) \quad k_v = 4,7137$$

La constante p se trouve par la formule (5); elle est

$$p = 5,9955$$

de sorte que la formule générale (4) devient

$$k_v = \frac{5,9955 \cdot r}{6,9955 - r} \quad (9)$$

Cette formule permet le calcul des capacités inductives spécifiques de tous les corps dont on détermine le rapport r .

La table suivante reproduit les constantes et les moyennes des corps étudiés et contient les valeurs correspondantes de r et de k .

Corps	Formule	Acc.	t	C E	r rapporté à 3 acc.	k
Air sec		3	15,8	0,45404	1,000	1,000
»		5	10,4	0,45088	0,99303	0,992
»		7	15 ⁰	0,44675	0,98392	0,983
Air humide		7	14,5	0,44566	0,99753	0,997
Acide carbonique	C O ₂	3	15 ⁰	0,45703	1,00656	1,008
»		7	15,5 ⁰	0,45555	1,00332	1,004
»		9	15,5	0,44941	0,98978	0,988
»		11	15 ⁰	0,4392	0,96730	0,962
Sulfure de carbone	C S ₂	5	13,0 ⁰	0,7745	1,7178	1,949
Benzol	C ₆ H ₆	5	12,5 ⁰	0,73273	1,6252	1,813

Corps	Formule	Acc.	<i>t</i>	$\frac{C}{E}$	<i>r</i> rapporté à 3 acc.	<i>k</i>
Essence de téréb.		3	15,8 ⁰	0,73233	1,6129	1,797
Pétrole		4/3	13,4 ⁰	0,68793	1,5151	1,658
Paraffine liquide . .		3	15,3 ⁰	0,72361	1,5936	1,769
Ether sulfurique . .	$C_4 H_{10} O$	3	13,4 ⁰	1,0350	2,2795	2,898
» »		5	—	1,0391	2,3046	2,939
» »		3	14,4 ⁰	1,0290	2,2663	2,873
Eau	$H_2 O$	3	14,0	2,7584	6,0749	39,56
»		3	13,5 ⁰	2,7706	6,1020	40,95
Acide sulfurique . .	$S O_4 H_2$	3	14,5	2,7761	6,1140	41,6
Alcool méthylique . .	$C H_4 O$	3	14 ⁰	2,8539	6,294	53,8
Alcool éthylique . .	$C_2 H_6 O$	3	14,6 ⁰	2,8652	6,3101	55,2
Alcool amylique . .	$C_5 H_{12} O$	3	15 ⁰	2,5471	5,6709	25,8

	<i>t</i>	$\frac{C}{E}$	<i>r</i>	<i>k</i>
<i>Acide sulfurique et eau.</i>				
100 $S O_4 H_2$ + 0 $H_2 O$	14,5	2,7761	6,1140	41,6
83,3 + 16,7	15 ⁰	2,8119	6,1929	46,3
71,4 + 28,6	15 ⁰	2,8034	6,1740	45,1
62,5 + 37,5	15,3	2,8232	6,2177	47,9
55,5 + 44,5	15,3	2,8021	6,1713	44,9
50 + 50	15,4	2,8137	6,1967	46,5
33,3 + 66,7	14,8	2,753	6,0623	39,0
0 + 100	13,5	2,765	6,0885	40,2
<i>Alcool éthyl. + eau.</i>				
100 $C_2 H_6 O$ + 0,2 $H_2 O$	14,6	2,8652	6,3101	55,2
100 + 1	15,8	2,8869	6,3582	59,8
91 + 9	13 ⁰	2,966	6,5319	84,5
50 + 50	14,2	3,014	6,6377	111,2
0 + 100	13,5	2,765	6,1019	40,9
<i>Alcool amyl. + benzol.</i>				
100 $C_5 H_{12} O$ + 0 $C_6 H_6$		2,547	5,691	25,8
75 + 25		2,64	5,810	29,4
50 + 50		2,1	4,65	12,6
40 + 60		1,253	2,76	3,91
30 + 70		0,75	1,65	1,85
25 + 75		0,707	1,56 (?)	1,7(?)
20 + 80		0,7974	1,756	2,01
17,6 + 82,4		0,8106	1,785	2,05
9 + 91		0,7782	1,714	1,95
0 + 100		0,7327	1,625	1,813

			$\frac{C}{E}$	r	k
<i>Alcool éthyl. + éther sulf.</i>					
100	C ₂ H ₆ O +	0 C ₄ H ₁₀ O . .	2,865	6,310	55,1
13	+	87	2,39	5,281	18,5
10	+	90	2,12	4,670	12,0
9	+	91	2,01	4,434	10,4
8	+	92	1,90	4,185	8,9
7	+	93	1,66	3,658	6,6
6	+	94	1,60	3,53	6,1
5	+	95	0,984	2,167	2,69
3 ¹ / ₂	+	96 ¹ / ₂	1,023	2,254	2,85
1	+	99	1,048	2,309	2,95
0	+	100	1,035	2,279	2,89

Les valeurs de k pour ces mélanges sont portées dans le système de coordonnées de la fig. 2, et elles donnent probablement les courbes inscrites. Les particularités de ces courbes seraient plus distinctes, si les ordonnées k y étaient portées à une échelle plus grande. — La même figure donne aussi la courbe des conductibilités λ des mélanges d'eau et d'acide sulfurique, d'après F. Kohlrausch.

En étudiant ces mélanges, j'ai rencontré de grandes difficultés à mesure qu'ils s'éloignaient du liquide pur. De série en série les déviations diminuaient quelquefois dans une très forte proportion. Tout ce que j'ai observé me porte à croire que le mélange a dû subir une modification moléculaire pendant les charges, donc sous l'influence de l'électricité. Le nombre et l'espèce de mélanges étudiés n'est pas assez grand, et les mesures n'ont pas été faites en cycles fermés, de sorte que pour le moment je ne puis pas donner une idée nette du phénomène et de ses causes.

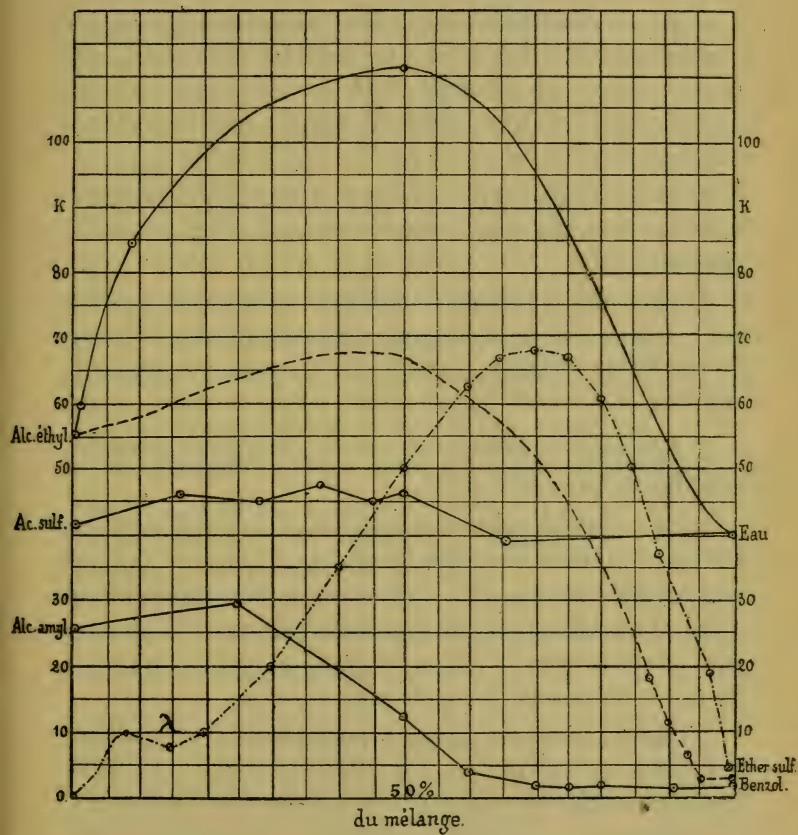


Fig. 2.

VI. Conclusions.

a. Les séries qui se rapportent à l'air sec et à l'acide carbonique montrent que la capacité inductive spécifique des deux gaz dépend de la force électromotrice de charge, et que celle-là baisse quand celle-ci augmente.

b. Le liquide éther sulfurique aurait une constante diélectrique qui s'accroîtrait avec la différence de potentiel.

c. Les deux alcools éthylique et méthylique ont des constantes diélectriques peu différentes ; tandis que celle de l'alcool amylique est environ la moitié de cette valeur.

d. Les corps conducteurs ont une capacité inductive spécifique qui reste finie.

e. La capacité inductive spécifique des mélanges ne change pas dans la même proportion que le rapport des liquides mélangés ; elle varie irrégulièrement et prend des valeurs soit plus petites, soit aussi beaucoup plus grandes que la capacité inductive spécifique des liquides composant le mélange.

f. Il n'y a pas de rapport visible entre la capacité inductive spécifique et la conductibilité ; pour le mélange d'eau et d'acide sulfurique, en particulier, la variation de la conductibilité ne se retrouve pas dans la variation de la capacité inductive spécifique.

g. Les valeurs trouvées pour la capacité inductive spécifique des liquides mauvais conducteurs, et surtout celles qui se rapportent aux mélanges, ne vérifient pas la loi de Maxwell $\sqrt{k} = n$.

Le fait que les résultats obtenus donnent pour la capacité inductive spécifique des valeurs plus petites que celles qui sont le plus généralement adoptées, oblige à rechercher l'explication de cette divergence. Je la vois dans l'influence de la force électromotrice sur la charge ou sur la capacité du condensateur. M. Palaz¹, qui a fait des mesures très soignées, arrive à la conclusion que la force électromotrice est sans influence pour le toluol. M. Cardani², au contraire, trouve un fort accroissement de la constante pour le soufre. Mes mesures donnent un résultat analogue, autant pour les liquides que pour les gaz et les solides; et des mesures de contrôle, faites après celles qui ont été exposées plus haut, avec un condensateur de forme analogue, mais de dimensions un peu plus petites, confirment pleinement mes résultats.

En laissant de l'air dans ce petit condensateur et en le chargeant successivement avec 3, 6, 9, et 11 accumulateurs, sa capacité C comparée à celle de l'éprouvette argentée E devenait:

$$\begin{aligned}\frac{C}{E} &= 0,36053 \text{ avec 3 accumulateurs,} \\ &= 0,35721 \\ &= 0,35704 \\ &= 0,35589 \text{ avec 11 accumulateurs,}\end{aligned}$$

et j'en déduis pour l'air une décroissance de k pour une force électromotrice croissante.

Une autre série de mesures faites sur le *benzol* et en chargeant le condensateur successivement avec 2, 4, 6, 8 et 10 accumulateurs, donnait le résultat:

¹ *Palaz*, Dissertation, Zürich 1886.

² *Cardani*, Rendi Conti della R. Accademia dei Lincei, 1892, Vol. I. p. 97.

$$\begin{aligned}\frac{C}{E} &= 0,59230 \text{ avec 2 accumulateurs,} \\ &= 0,59486 \\ &= 0,59631 \\ &= 0,59741 \\ &= 0,59819 \text{ avec 10 accumulateurs.}\end{aligned}$$

Enfin, des mesures faites sur un condensateur en verre identique à celui du condensateur à liquide, mais de dimensions plus petites, ont fourni les résultats :

$$\begin{aligned}\frac{C}{E} &= 2,5016 \text{ avec 1 accumulateur.} \\ &= 2,5500 \quad \gg \quad 2 \text{ accumulateurs.} \\ &= 2,5900 \quad \gg \quad 3 \quad \gg \\ &= 2,6125 \quad \gg \quad 4 \quad \gg\end{aligned}$$

J'en déduis pour le *verre* un accroissement de k pour une différence de potentiel croissante, et pour le *benzol* un accroissement beaucoup plus faible, ou probablement même une décroissance faible de k , mais une décroissance plus faible que pour l'air.

Ces résultats et le fait que les différences de potentiel généralement employées sont très grandes (environ 100 à 30 000 volts) suffisent pour expliquer pourquoi on a obtenu par ces méthodes une valeur si grande pour le rapport de la capacité du condensateur à liquide (ou à solide) à celle du condensateur à air, le numérateur allant en augmentant quand le dénominateur va en diminuant.

SUR

LES SEICHES DU LAC DE NEUCHÂTEL

D'après les recherches de M. Ed. Sarasin

PAR LÉON DU PASQUIER, D^r ES-SC.

(Communication faite dans la séance du 15 juin 1893.)

Il y a quelques mois que M. Ed. Sarasin présentait à la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève, puis à la section de physique de la Société helvétique des sciences naturelles, réunie à Bâle, les résultats de ses observations sur les *seiches* du lac de Neuchâtel.

Notre Société, qui s'est intéressée pendant longtemps aux observations limnimétriques, entendra sans doute avec intérêt un compte-rendu sommaire de l'état actuel de la question des seiches du lac de Neuchâtel.

M. Sarasin a bien voulu m'autoriser à présenter à la Société quelques-uns des tracés obtenus au moyen du limnimètre enregistreur qui a fonctionné au port pendant quelques mois de l'année courante.

L'installation de l'appareil avait été faite, comme on sait, sous les auspices du département des Travaux publics de notre ville et avec l'aimable concours de notre collègue, M. le prof. Dr Hirsch, qui a même fait surveiller l'enregistreur pendant longtemps.

I

Chacun n'étant pas initié aux subtilités de la géophysique, permettez-moi de rappeler en quelques mots la nature du phénomène dont il s'agit : des *seiches*.

Les nappes d'eau réparties à la surface du globe oscillent de diverses manières, sous l'influence des forces extérieures qui les sollicitent.

Dans les *océans*, chacun le sait, les vents produisent des *vagues* de période variable, mais toujours très courte, tandis que les attractions cosmiques donnent lieu à des ondulations de longue période, les *marées*. D'autres mouvements rythmiques de période variable surviennent dans les mers ensuite des tremblements de terre, ce sont les *raz-de-marée*. La géologie démontre l'existence de variations séculaires du niveau relatif des océans et des continents, dont les causes et la nature intime ne paraissent pas définitivement fixées encore.

Enfin, le long des côtes découpées des continents, ont lieu toute une série de mouvements parfois très violents de l'élément liquide, présentant une grande variété de singuliers phénomènes et sur la nature desquels on est à l'heure qu'il est très peu renseigné, et pourtant la connaissance exacte des causes de ces mouvements serait d'une importance capitale pour la navigation.

Il semble que quelques-uns d'entre eux se rattachent à la catégorie des *seiches* de nos lacs, et c'est ce qui nous fait considérer l'étude des *seiches* comme

étant plus qu'un travail de simple curiosité scientifique.

Quant aux *lacs*, abstraction faite des crues et des décrues résultant de l'équilibration des apports et du dégorgement, on peut dire que leurs oscillations se groupent sous deux chefs :

1^o les oscillations progressives ;

2^o les oscillations fixes ou stationnaires.

La rupture d'équilibre qui donne lieu à ces mouvements se traduit, dans les deux cas, par la transformation de la surface horizontale en une surface onduleuse régulière dont les points sont répartis en un système de monts et de vaux équidistants.

Dans le cas de l'*ondulation progressive*, monts et vaux se déplacent constamment dans une certaine direction, de telle manière que le lieu de l'espace qui, à un moment donné, était occupé par un mont, sera successivement occupé par le val qui suit, puis par un nouveau mont, et ainsi de suite ; c'est donc le type bien connu des *vagues* proprement dites qui paraissent se déplacer avec le vent.

L'*ondulation stationnaire*, d'autre part, est caractérisée par une distance beaucoup plus grande des monts et des vaux successifs (plusieurs kilomètres). Ces monts et ces vaux ne se déplacent pas suivant la direction horizontale, mais se transforment continuellement l'un dans l'autre en oscillant autour de la position d'équilibre : la surface horizontale. La surface horizontale s'élève, se change en mont, puis s'abaisse et devient val, pendant que, sur un autre point, s'accomplit la transformation inverse. C'est absolument la vibration d'une corde d'instrument sonore tendue horizontalement.

Ce mode de vibration entraîne la présence entre un mont et un val consécutifs dans l'espace d'un point immobile de la surface primitive, d'un *nœud* d'oscillation, suivant la terminologie usitée en acoustique, — les monts et les vaux de l'ondulation stationnaire ne sont autres que les *ventres* de l'acoustique.

D'importantes études théoriques et expérimentales ont été faites sur ces deux modes d'oscillation périodiques. Sans entrer davantage dans les détails, rappelons seulement que la durée des oscillations stationnaires est susceptible d'être calculée d'après une formule donnée dès 1828 par Rud. Merian, de Bâle, et qui, dans le cas particulier de nos lacs, dont la profondeur est petite par rapport à leur longueur, se simplifie de façon à devenir

$$t = \frac{l}{\sqrt{gp}}$$

où t est la durée de l'oscillation,

l la longueur du lac,

p sa profondeur moyenne,

g l'accélération de la pesanteur.

II

Il y a longtemps que les riverains du Léman connaissent l'existence de changements brusques du niveau du lac, analogues à de petites marées, qui se produisent souvent sans cause apparente et se répètent ensuite d'une façon rythmique tout en s'affaiblissant jusqu'à disparaître entièrement : ce sont les *seiches*.

Les intervalles de ces crues et décrues sont constants pour chaque série, mais varient souvent d'une série à l'autre. Cependant il y a certains intervalles qui reparaissent toujours, tel celui de 73 minutes environ qui est l'intervalle dominant des oscillations à Genève.

Dans tous les cas, la période des oscillations est beaucoup plus grande que celle des vagues de vent qui se succèdent à quelques secondes seulement, mais beaucoup inférieure à celle que devraient avoir de vraies marées.

Plusieurs physiciens genevois du siècle dernier se sont occupé des *seiches* du lac de Genève, mais il était réservé à M. F.-A. Forel, de Morges, de préciser la nature du phénomène et de montrer que les seiches ne sont pas autre chose que ces mouvements dont nous avons parlé comme d'ondulations stationnaires des eaux du lac, qui, la plupart du temps, sont occasionnées par des perturbations atmosphériques.

Non content d'étudier les seiches du Léman, M. Forel se transporta tour à tour sur les rives des divers lacs suisses, et reconnut que le phénomène des seiches se reproduit dans tous nos lacs et répond dans ses particularités aux caractères théoriques des *vagues stationnaires*.

Comme nous l'avons dit, la période principale des seiches du Léman est d'environ 73 minutes. Elle correspond, comme l'a fait voir M. Sarasin, à un mode d'oscillation ne présentant qu'un seul nœud au milieu du lac, tandis que les ventres se trouvent aux extrémités (oscillation uninodale).

D'autres oscillations de 36 minutes environ de période représentent une ondulation de la surface avec

deux lignes nodales et trois ventres, l'un au milieu, les autres aux extrémités (oscillation binodale). Des oscillations plus rapides encore paraissent dues à des seiches transversales, se produisant suivant la largeur du lac.

III

Dès 1874, les seiches du lac de Neuchâtel, connues depuis longtemps des pêcheurs, furent étudiées par M. Forel qui, en organisant à Préfargier et à Yverdon une série d'observations simultanées, parvint à démontrer qu'au mouvement ascensionnel de l'eau à Préfargier correspondait synchroniquement un mouvement opposé à Yverdon, et inversement.

Enfin, l'an dernier, après avoir étudié au moyen de son limnimètre les seiches de plusieurs autres lacs, M. Sarasin vint établir son appareil à Yverdon d'abord, puis dans notre port.

Malheureusement, les résultats obtenus n'ont pas été tels que l'auraient fait espérer la forme régulière du lac d'un côté, et les observations antécédentes de M. Forel de l'autre.

Voici ce que dit à cet égard M. Sarasin ¹ :

« On observe assez souvent un mouvement nettement ondulatoire et d'une période parfaitement régulière qui toutefois n'atteint que très rarement une amplitude supérieure à 2 centimètres et s'éteint au bout de 5, 7 ou 10 oscillations. Le nombre des oscillations successives n'a jamais été suffisamment grand

¹ *Archives des sciences physiques et naturelles*, 1892, t. XXVIII, p. 4 et 5.

pour permettre des mesures exactes de leur période, ces mesures ont varié entre 38,3 et 41,5 minutes, la moyenne des mesures donne pour cette période 39 $\frac{1}{2}$ minutes. Ce serait la période de l'uninodale, identique à l'un des types d'Yverdon, mais différant très notablement de la durée la plus longue et la plus ordinaire de cette dernière station, qui se retrouve à de très rares intervalles aussi ici. Les tracés de Neuchâtel ne donnent que tout à fait exceptionnellement des ondulations dans lesquelles on pourrait voir une binodale. La question de la valeur relative de ces mouvements uninodal et binodal n'a donc pas pu être tranchée non plus à l'aide des tracés de cette station.

« Il semble cependant ressortir dès à présent de cette double série d'observations à Yverdon et à Neuchâtel que ce lac ne présente pas de mouvement de balancement simple, régulier et durable. La cause de ce fait ne peut pas être cherchée dans la forme de sa surface, mais bien en revanche dans le relief du fond qui présente précisément un accident très marqué. Dans la partie médiane du lac, devant Cortaillod et les bouches de la Reuse, existe une véritable colline sous-lacustre, « l'ambière », de cinq à six kilomètres de longueur, dirigée dans le sens de la longueur du lac et dont le sommet n'est qu'à 8 mètres audessous de la surface. Le lac est divisé par elle en deux bandes longitudinales ayant des profondeurs très différentes, l'une longeant la côte neuchâteloise et les dernières pentes du Jura, atteint dans une grande partie de sa longueur des profondeurs de 140 et de 150 mètres; l'autre, au sud-est, du côté de la plaine, est une sorte de terrasse qui reste tout entière à un

niveau beaucoup plus élevé. Il est permis de supposer que ces deux bassins juxtaposés, n'ayant pas la même période d'oscillation, se gênent l'un l'autre dans leurs mouvements et constituent une sorte de dissonance. Les mouvements réguliers ne peuvent pas arriver à s'établir d'une manière un peu continue entre ces deux bassins en discordance et lorsqu'ils se produisent par suite de circonstances exceptionnellement favorables, ne peuvent pas parvenir à se maintenir.

« Des observations ultérieures, si elles peuvent être établies sur d'autres points du lac, montreront si cette gêne du mouvement de balancement est un fait constant s'étendant à tout le lac et s'il faut en effet l'attribuer en première ligne au relief du fond. »

Les recherches sur les seiches du lac de Neuchâtel sont, on le voit, loin de conduire jusqu'à présent à un résultat clair et précis. Cela étant, il sera nécessaire d'installer l'appareil enregistreur successivement sur plusieurs points des bords du lac.

Nous voudrions voir les riverains que le problème des seiches peut intéresser, chercher à fournir quelques observations sur ce phénomène.

La faible amplitude de nos seiches rend évidemment leur observation assez difficile; il est hors de doute cependant que cette observation est possible dans un certain nombre de localités favorisées par la configuration du rivage ou par d'autres circonstances.

Voici quelques-uns des phénomènes qui caractérisent les seiches et dont il importerait de noter la durée dans le plus grand nombre possible de stations : sur les rivages à pente très faible, on voit quelquefois, par un temps calme (surtout avant l'orage ou à l'ap-

proche d'un changement de temps, disent les pêcheurs), le lac s'élever et empiéter lentement sur la côte. Ce mouvement ascensionnel dure quelques minutes, s'arrête, puis le niveau de l'eau baisse de nouveau jusqu'à une certaine limite. Après quoi l'ascension recommence, et ainsi de suite un certain nombre de fois. On remarque ce phénomène en beaucoup d'endroits, là surtout où des points de repère, des pierres par exemple, sont disséminées sur la grève. Telle pierre, qui était à sec à un moment donné, est dans l'eau un peu plus tard et inversement.

L'entrée (goulet) des petits ports qui se trouvent le long de nos rivages est aussi un endroit favorable à l'observation des seiches. Il s'y manifeste souvent des courants dirigés alternativement du lac dans le port ou du port dans le lac, indiquant les uns que le lac monte, les autres que le lac est en baisse.

Combien de temps durent ces crues et ces décrues, ces courants dans un sens ou dans l'autre ?

Combien de fois les crues et décrues se répètent-elles les unes à la suite des autres ?

Voilà ce qu'il importerait beaucoup de savoir et ce sur quoi nous attirons l'attention des observateurs de la nature ¹.

Il est probable que l'observation de la durée des seiches donnera d'une station à l'autre des résultats assez divergents, à quoi il sera bon de ne pas s'achopper.

* * *

¹ L'auteur de ces lignes recevra avec reconnaissance toutes les observations qui lui seront adressées sur ce sujet, et en rendra compte dans le Bulletin.

En terminant, il me reste à annoncer à la Société que, grâce au bon vouloir du Comité et du directeur de l'établissement de Préfargier, l'appareil de M. Sarasin a enfin été installé à l'extrémité même de notre lac. Il est probable que les tracés de cette station seront plus concluants que ceux de Neuchâtel. Aussi y aura-t-il sans doute lieu de revenir l'année prochaine sur ce sujet des seiches du lac de Neuchâtel.

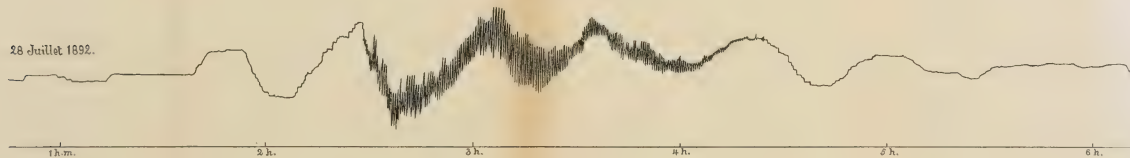


TYPES DE TRACÉS OBTENUS AU PORT
DE NEUCHÂTEL

18 Juillet 1892.



28 Juillet 1892.



31 Juillet 1892.



CONTRIBUTIONS A LA GÉOLOGIE DU JURA

PAR A. JACCARD, PROFESSEUR

I

Sur l'Urgonien supérieur des environs d'Auvernier.

La construction du Régional Neuchâtel-Boudry ayant nécessité l'exécution de tranchées nombreuses et l'exploitation d'une ancienne carrière près d'Auvernier, m'a permis de recueillir diverses observations dont je me propose de vous entretenir pendant quelques instants.

Je rappellerai d'abord que le nom de *terrain Néocomien*, proposé en 1835 par Thurmann pour désigner le *terrain crétacé du Jura* de A. de Montmollin, devint vers 1840 l'*Etage Néocomien* de d'Orbigny, qui comprenait sous ce nom la *première zone de rudistes* dont il fit plus tard son *Etage Urgonien* (d'Orgon, Bouches du Rhône). Ces deux noms furent d'ailleurs adoptés généralement par les géologues.

Dans leur *Description géologique des environs de Sainte-Croix*, MM. Campiche et de Tribolet firent de l'Urgonien leur sous-étage supérieur, réservant le nom de Néocomien moyen au Calcaire jaune et à la marne bleue, et aux couches inférieures celui de Néocomien inférieur ou Valangien.

Pour diverses raisons, M. Pictet fit suivre la notice de MM. Campiche et de Tribolet d'un *Tableau des*

étages crétacés aux environs de Sainte-Croix, dans lequel il introduisit de nouvelles subdivisions portant à treize le nombre des sous-étages crétacés. Cette distinction n'a, à certains égards, qu'une valeur stratigraphique, car les matériaux provenant de la collection Campiche ne fournirent qu'un nombre insignifiant d'espèces soit du Calcaire jaune, soit du Calcaire à Caprotines. Aussi, en 1869, lorsque je publiai ma *Description géologique du Jura vaudois*, fus-je d'abord hésitant sur l'opportunité de conserver ces deux subdivisions. La découverte d'une couche à fossiles avec leur test bien conservé, à Morteau, dans le calcaire jaune, me permit de doter cette assise d'une faune assez riche, mais dont toutes les espèces se retrouvent dans la marne bleue. Pour le calcaire à Caprotines, une solution analogue m'était procurée par la découverte, à Chatillon de Michaille, dans l'Ain, d'une faunule dont les espèces me fournirent une liste accompagnant la description de l'Urgonien supérieur. J'avais d'ailleurs l'occasion d'y joindre quelques espèces recueillies à Travers et à Vaulion dans les calcaires crayeux saccharoïdes appartenant au même niveau et au même faciès.

Tout cela pourtant était assez maigre pour un terrain dont l'épaisseur atteint 50 à 60 mètres et qui, sur certains points, joue un rôle orographique très important.

Remarquons du reste que l'Urgonien supérieur, pas plus que l'un ou l'autre de nos sous-étages crétacés, ne se compose d'un seul faciès de roches. Le plus connu, celui qui prédomine dans les Alpes, le *Rudistenkalk* de Studer, qui est un calcaire compacte, dur, à cassure résineuse, en gros bancs, caractérisé

par la présence de nombreuses Caprotines et Radiolites, comme on le voit à la Raisse près de Concise. Un autre faciès, qui semble ne se présenter que dans le Jura, est celui du Calcaire saccharoïde, tendre, crayeux, spathique, que nous observons dans les carrières de pierre blanche de Travers et d'Agiez près d'Orbe. Celui-ci renferme, outre les Caprotines, des Nérinées, des Ptérocères, etc.

Ce n'est ni l'un ni l'autre de ces faciès que nous observons entre Neuchâtel et Auvernier, et, plus loin, à Bevaix, mais une roche en quelque sorte intermédiaire, dont je vous dirai maintenant quelques mots.

La rive du lac, entre Serrières et Auvernier, est formée, d'une façon presque continue, d'un massif de calcaire compacte, blanc, formant saillie au-dessus d'une couche de calcaire marneux jaune, à laquelle succède de nouveau un massif de calcaire dur, dont je n'ai pu reconnaître l'épaisseur. C'est grâce à la remise en exploitation d'une carrière ouverte dans le massif supérieur, qu'il m'a été possible d'observer de plus près la nature de la roche dont il est composé. J'ai aussi reconnu que le calcaire est pénétré d'une infinité de vides ou vacuoles, de formes irrégulières, rappelant la structure de certaines variétés de tufs. Ces vides sont rendus apparents, à la cassure fraîche, par la présence d'une substance noire, ou brun-foncé, qui n'est autre chose que le résidu d'un bitume volatilisé, auquel nous reviendrons dans un instant.

La roche ne présente du reste pas partout la même dureté. Par places, on voit apparaître le faciès saccharoïde avec des fossiles, tels que *Nérinées*, *Plérocères*, *Caprotines*, *Corbis* et autres espèces à test épais.

Tous, ou à peu près, sont à l'état de moule interne et d'empreinte externe, la coquille ayant été dissoute ou résorbée par la fossilisation.

Nous sommes donc ici en présence d'une assise d'Urgonien supérieur, bien caractérisé par ses fossiles. Ce gisement est d'autant plus intéressant qu'il correspond à celui de Bevaix, dans lequel les fossiles se présentent absolument dans les mêmes conditions. Ce dernier est en outre caractérisé par la présence de nombreux polypiers, représentés par leur empreinte extérieure et le résidu bitumineux que j'ai signalé précédemment. L'analogie de faciès avec les formations coralligènes du Jura est ici accusée de la façon la plus remarquable, surtout si l'on admet que les Caprotines représentent les *Diceras* du Jurassique supérieur.

Mais revenons à nos couches d'Auvernier.

En 1867, M. Desor signalait parmi les matériaux employés jadis par les constructeurs de la Collégiale, une pierre blanche, plus dure que la pierre jaune, renfermant, disait-il, des veines d'une substance noire que M. Sacc reconnut pour être du bitume analogue à celui du Val-de-Travers. Guidé par certains indices, il retrouvait près du temple d'Auvernier une roche semblable, et apprenait que celle-ci se trouvait également dans une carrière abandonnée entre la route et le lac.

Or c'est précisément de cette carrière que proviennent les échantillons que je vous présente ici. D'une part, ce sont les fossiles de la pierre blanche, semblable à celle de Travers, de l'autre les calcaires durs avec résidus de bitume. Seulement, ce ne sont pas des veines ou des filons, comme l'indiquait M. Desor, mais des taches irrégulières sans connexions ou rela-

tions les unes avec les autres, accusant par conséquent une origine contemporaine de celle de la roche et non pas la pénétration postérieure par les substances bitumineuses. Ces traces de bitume se retrouvent dans les vides ou les interstices de certains fossiles, comme les Nérinées, et constituent un argument de plus en faveur de l'origine organique animale du bitume.

Nous n'avons, il est vrai, sous les yeux que le résidu solide de ce bitume, mais j'ai appris par notre collègue, M. l'ingénieur S. de Perrot, que cette substance avait été rencontrée à l'état visqueux, non altéré, dans des poches du calcaire exploité dans les constructions de la fabrique de Serrières.

Enfin, j'ai retrouvé dans les tranchées du chemin d'accès au nouveau collège de Serrières le même banc à taches bitumineuses, et je ne doute pas qu'il existe sur une assez grande étendue dans toute cette région du littoral du lac.

Il ne m'a pas encore été possible d'étudier et de déterminer les fossiles recueillis, pour la plupart, par des ouvriers, mais je ne doute pas qu'il n'y ait plusieurs espèces nouvelles et que la liste des espèces, en y joignant celles de Bevaix, ne soit assez longue.

Serait-ce à dire que je me base là-dessus pour proposer de faire de l'Urgonien supérieur un étage ou un sous-étage du Néocomien? Loin de là, car j'y vois au contraire une confirmation éclatante de la *loi des faciès*, qui doit s'appliquer à toutes les divisions des terrains sédimentaires. Nous connaissons les *faciès vaseux* ou de rivage, avec la faune des marnes bleues, nous connaissons maintenant le *faciès coralligène* du Néocomien, représenté d'ailleurs à Morteau par une

faune de polypiers, dont je me propose de vous entretenir prochainement. D'autre part, l'existence reconnue de calcaires bitumineux à Serrières vient s'ajouter aux nombreux gisements reconnus le long du pied du Jura dans l'Urgonien supérieur. Il est fort possible, il est vrai, que les partisans de la théorie de l'origine éruptive en concluent à l'existence d'une grande cassure ou rupture qui aurait favorisé l'éruption des substances bitumineuses, dans l'alignement et au pied de la première chaîne du Jura. Je crois inutile de répéter ici qu'il n'a jamais été fourni de preuves matérielles à l'appui de cette théorie. Pour ma part, j'estime que le débat contradictoire, si jamais il doit s'engager, ne peut l'être que sur le terrain des faits et non sur celui des théories.

II

Sur les Polypiers des terrains crétacés dans le Jura.

L'existence des polypiers dans le Néocomien du bassin anglo-parisien est connue depuis longtemps. En 1850, d'Orbigny en a inscrit 62 espèces dans son *Prodrome*, la plupart du département de l'Yonne. Plus tard, en 1857, M. de Fromentel en a fait la description, accompagnée de figures, et reconnu 103 espèces, toutes du Néocomien proprement dit, le faciès auquel d'Orbigny avait donné le nom d'Etage Urgonien faisant défaut dans l'Yonne, aussi bien que notre Etage Valangien.

Dans le même volume du Prodrôme, d'Orbigny indique 4 polypiers de l'Aptien, 7 de l'Albien et une quarantaine du Cénomaniens du Mans.

Dans le Jura, l'existence des polypiers dans le Néocomien n'avait pas été constatée avant la publication de ma *Description géologique du Jura vaudois et neuchâtelois*. Je me bornais du reste, dans ce travail, à signaler leur abondance dans un gisement de l'Urgonien inférieur de Morteau. Des recherches persévérantes m'ont dès lors permis d'en recueillir un grand nombre d'espèces que j'ai pu déterminer facilement d'après la monographie de M. de Fromentel. J'en ai aussi recueilli quelques espèces dans le Jura vaudois et, comme je l'ai dit précédemment, l'Urgonien supérieur de Bevaix m'en a fourni quelques-uns.

Je ne possède jusqu'à présent aucun indice de l'existence des polypiers dans le Hauteriviens, mais en revanche j'ai recueilli une série d'espèces dans la Limonite valangienne de Villers-le-Lac.

C'est donc en tout trois niveaux coralligènes dont j'ai reconnu l'existence dans le Jura, et sur lesquels je désirerais fixer un moment votre attention.

Urgonien supérieur de Bevaix. — Je rappellerai d'abord ici en quelques mots ce que j'ai dit de la roche urgonienne de ce gisement¹.

La roche exploitée dans une carrière au nord du village présente un aspect caverneux et bréchiforme tout particulier; elle est criblée de trous et de perforations irrégulières qui lui donnent, par places, un aspect tufacé. Il suffit d'examiner d'un peu près ces

¹ Bull. XXII, p. 167.

vacuoles pour constater qu'elles représentent la partie interne de certains fossiles, tels que des Caprotines, des polypiers, etc. Chez ces derniers, la partie solide et calcaire a été dissoute ou *résorbée*, tout en laissant une empreinte très nette et déterminable des calices rayonnés, des côtes, etc.

Il ne m'a pas été possible jusqu'ici de reprendre les recherches et de recueillir une bonne série d'échantillons. Toutefois j'ai cru reconnaître au moins une espèce, *Thamnastrea digitata*, de forme arborescente, à calices très petits et nettement conservés. Le massif de calcaire renfermant ces fossiles a une épaisseur de 3 à 4 mètres.

Urgonien inférieur de Morteau. — A Morteau, nous nous trouvons en présence d'un faciès bien différent. C'est aussi dans une carrière abandonnée, à l'entrée de la ville, que se montrent à la partie supérieure des couches très riches en fossiles, renfermant la faune bien connue des Echinides (*Hemicidaris clunifera*, *Goniopygus peltatus*) et des Brachiopodes (*Rhynchonella depressa*), etc. Les polypiers sont englobés dans un calcaire crayeux fin, marneux, très blanc, dont l'épaisseur est de 40 à 50 centimètres. Il n'affleure que sur une longueur de quelques mètres, aussi la récolte des fossiles est-elle très limitée. J'ai néanmoins réussi à recueillir une quarantaine d'espèces bien déterminables, dont je donnerai la liste ci-dessous. Aucun des polypierites ne présente de grandes dimensions, comparables à ceux du Jurassique supérieur. Il n'y a pas non plus de traces d'usure ou de charriage. Ils ont été ensevelis sur place, dans la vase calcaire qui les a conservés dans leurs moindres détails.

Il ne saurait donc non plus être question de *récifs*, analogues aux récifs actuels de la Polynésie, mais seulement d'une nappe coralligène, formée dans des conditions favorables à ce genre d'organismes marins.

Voici maintenant la liste des espèces déterminées, qui pourra être augmentée par l'étude que se propose de faire prochainement M. le professeur Koby, de Porrentruy, d'une série plus riche que j'ai cédée jadis à M. Pictet-de-la-Rive :

<i>Montlivaultia</i> sp. .	<i>Pentacœnia elegantula</i> .
<i>Trochoseris</i> sp.	<i>Dimorphocœnia crassisepta</i> .
<i>Stylina gracilis</i> .	<i>Dimorphastrea</i> sp.
<i>S.</i> sp.	<i>Thamnastrea grandiflora</i> .
<i>Baryphyllia Haimeï</i> .	<i>T. Cotteaui</i> .
<i>Calamophyllia compressa</i> .	<i>T. pediculata</i> .
<i>C.</i> 3 sp.	<i>T. digitata</i> .
<i>Eugyra Cotteaui</i> .	<i>T. meandra</i> .
<i>E. neocomiensis</i> .	<i>T. punctata</i> .
<i>Favia hemisphœrica</i> .	<i>T.</i> 2 sp.
<i>Cyathophora neocomiensis</i> .	<i>Heliastrea neocomiensis</i> .
<i>C.</i> sp.	<i>H.</i> sp.
<i>Astrocœnia magnifica</i> .	<i>Cyatophora</i> sp.
<i>A. regularis</i> .	<i>Isastrœa neocomiensis</i> .
<i>A. subornata</i> .	<i>Phyloseris convexa</i> .
<i>Pentacœnia neocomiensis</i> .	<i>Gen et sp. indët.</i>

Valangien de Villers-le-Lac. — C'est dans des conditions bien différentes de celles que je viens d'exposer que se rencontrent les polypiers du Valangien à Villers-le-Lac, quoique pourtant ils soient, ici aussi, cantonnés dans une couche de faible épaisseur, c'est-à-dire dans la zone fossilifère tout à fait supérieure de la Limonite ou Calcaire roux, si remarquable par la faune de Brachiopodes, de Gastéropodes, d'Acéphales, etc., dont j'ai donné la liste dans ma *Description géologique*.

Ici la nature purement calcaire de la roche a disparu et l'oxyde de fer très abondant donne à la roche la teinte caractéristique qui lui a valu le nom de Calcaire roux. Les polypiers sont peu nombreux en individus, mais j'ai cependant reconnu une vingtaine d'espèces, que j'ai pu déterminer aussi avec la monographie de M. de Fromentel. Toutes sont de petite taille ; j'en donne ici la liste provisoire :

<i>Montlivaultia explanata.</i>	<i>Stylina</i> sp.
<i>M. 3</i> sp.	<i>Dimorphastrea bellula.</i>
<i>Cyclolites neocomiensis.</i>	<i>D. grandiflora.</i>
<i>C. Eturbensis.</i>	<i>D. explanata.</i>
<i>Trochoseris poculum.</i>	<i>Thamnastrea meandra.</i>
<i>T. sinuosa.</i>	<i>Cyathophora excavata.</i>
<i>Stylosmilia gracilis.</i>	<i>Proboscina Jaccardi.</i>
<i>S. neocomiensis.</i>	

Presque toutes ces espèces sont différentes de celles de l'Urgonien, dans lequel les *Thamnastrea* présentent une grande variété d'espèces.

Valangien d'Arzier. — On peut ajouter à ces trois niveaux de coralliaires la marne valangienne d'Arzier, dans laquelle M. de Loriol a décrit et figuré les espèces suivantes :

<i>Latimeandra valangiensis.</i>	<i>Holocœnia collenaria.</i>
<i>Stylosmilia neocomiensis.</i>	<i>Microsolena Lorioli.</i>

Enfin, pour être complet, je rappelle que Pictet et Renevier ont indiqué deux espèces, *Thamnastrea Pilleti* et *Parasmilia aptiensis* dans l'Aptien de la Perte-du-Rhône.

III

Sur les différents niveaux de Spongitaires dans le crétacé du Jura.

Il ne paraît pas que les premières recherches de fossiles dans le Crétacé du Jura aient amené la découverte des éponges, qui sont cependant si abondantes dans certains gisements.

A. d'Orbigny, qui en cite dans son Prodrôme quelques espèces du département de l'Yonne, n'en connaissait qu'une espèce de Morteau. Plus tard, le Dr Campiche lui en adressa des séries importantes des environs de Sainte-Croix, sans indiquer toutefois que les échantillons provenaient d'une couche particulière du Néocomien à laquelle il donna plus tard le nom de *Marne à Bryozoaires*. Dans le Tableau des couches fossilifères des environs de Sainte-Croix, celle-ci occupe un niveau intermédiaire entre le Néocomien inférieur et le Néocomien moyen. Un peu plus tard, M. Hisely, de la Neuveville, découvrait le gisement du Landeron, entre le calcaire jaune du Néocomien et l'Urgonien inférieur. Plus tard encore, j'ai signalé le gisement d'Arzier, couche intermédiaire entre le calcaire roux et le calcaire blanc du Valangien inférieur.

Comme on le voit, aucun de ces niveaux ne correspond à la marne néocomienne d'Hauterive telle que nous l'observons dans le Jura. Il n'en est pas de même au Salève, où M. de Loriol a recueilli un grand nombre de spongitaires dans des marnes argileuses

inférieures au Calcaire jaune et à la marne à Céphalopodes.

Enfin j'ai recueilli dans les calcaires à grains verts de l'Aptien, de la mine d'asphalte, une faunule assez riche mais qui n'a pas encore été étudiée, et je citerai, en outre, du calcaire jaune des environs de Saint-Aubin, quelques espèces intéressantes. C'est ce qui m'a engagé à rédiger cette petite notice, dans laquelle je passerai en revue les divers niveaux et gisements, des plus récents aux plus anciens.

1. *Aptien de la Presta*. — C'est de la couche de calcaire à grains verts et fossiles bituminisés que proviennent la plupart des espèces que j'ai recueillies. Celles-ci, au nombre d'une quinzaine, appartiennent à des formes qui ne paraissent pas différer beaucoup de celles des niveaux étudiés par M. de Loriol.

2. *Urgonien inférieur de Concise, de la Russille, de Vaulion, du Val-de-Travers*. — On rencontre presque partout, dans les marnes jaunes à Echinodermes de l'Urgonien inférieur, des spongitaires, peu abondants en individus, mais parmi lesquels j'ai reconnu une quinzaine d'espèces, dont dix ont pu être déterminées spécifiquement.

3. *Urgonien du Landeron*. — D'après le mémoire stratigraphique de M. Gilliéron, la couche à spongitaires (n° 7) se trouve en plein massif du calcaire jaune Hauterivien, mais la présence de Brachiopodes et d'Echinides urgoniens a porté les auteurs, MM. de Loriol et Gilliéron, à considérer la faunule de ce niveau comme urgonienne, et établissant la transition du Hauterivien à l'Urgonien. Trente espèces de Spon-

gitaires de ce niveau et de ce gisement ont été décrites et figurées. Un bon nombre d'entre elles ont été recueillies déjà dans le Hauterivien, mais M. de Loriol n'en connaissait pas encore de représentants dans l'Urgonien.

Des espèces caractéristiques du Landeron (*Elasmojerea tortuosa*, *E. Sequana*, etc.), recueillies dans le calcaire jaune des environs de Saint-Aubin, ont un squelette siliceux et appartiennent évidemment au même niveau.

4. *Hauterivien du Salève*. — C'est en plein massif de marne hauterivienne que se rencontrent les Spongitaires étudiés par M. de Loriol. Toutefois, ces marnes présentent des caractères sensiblement différents de celles du Jura neuchâtelois. Au calcaire jaune, pauvre en fossiles, succède le calcaire marneux à rognons avec grands Céphalopodes, puis des marnes argileuses panachées, séparées par une petite couche de marne verte remplie de fossiles. Les spongitaires se trouvent exclusivement dans les marnes panachées, mélangés aux Mollusques, Brachiopodes, Echinides, qui constituent la faune ordinaire de ce niveau. Trente espèces ont été décrites par M. de Loriol, dont quinze n'étaient pas encore connues. On ne retrouve nulle part une association aussi riche, mais j'ai recueilli dans les marnes bleues à Morteau, à Censeau, à Couvet, diverses espèces appartenant au même niveau.

5. *Marne jaune de Villers-le-Lac*. — Tandis qu'à Saint-Aubin la marne bleue ou marne hauterivienne est séparée du Valangien par la marne à Bryozoaires, de Campiche, à Villers-le-Lac et dans le Jura neuchâtelois le passage a lieu par la marne jaune à *Ammono-*

nites Astieri. Celle-ci renferme, en moins grande abondance toutefois, les espèces de Sainte-Croix. On ne saurait cependant paralléliser complètement ces deux niveaux, car dans la marne jaune nous ne trouvons associée aucune des espèces valangiennes découvertes en si grande abondance par le Dr Campiche et qui constituent en presque totalité la faune de l'étage. La faunule de Villers-le-Lac est bien hauterivienne, mais toujours avec un faciès de transition au Valangien.

J'ai recueilli une vingtaine d'espèces à Villers-le-Lac, parmi lesquelles il en est une particulièrement abondante et ubiquiste, l'*Elasmostoma acutimargo*.

6. *Marne à spongitaires de l'Auberson*. — S'il pouvait subsister quelques doutes sur la convenance d'admettre, au moins comme faciès stratigraphique, le niveau auquel je donne le nom de *Marne à spongitaires de l'Auberson*, il me suffirait de dire que, à trente kilomètres de distance, dans un autre bassin crétacé, nous trouvons une couche identiquement semblable par sa nature et par sa faune à celle qui fut signalée jadis par le Dr Campiche. C'est à Censeau, près de Nozeroy, dans un chemin creux, ignoré de Marcou, que je découvris ce gisement qui avait déjà été exploré par le Dr Germain. A Censeau comme à l'Auberson, c'est dans une marne terreuse que l'on recueille les fossiles excessivement abondants à la surface de la couche diluée par les agents atmosphériques. Il n'a pas encore été publié de monographie sur les fossiles de ce niveau, mais je suis certain qu'il se montrera le plus riche parmi ceux de notre Jura. Si les circonstances ne m'ont pas permis d'en recueillir des séries

un peu riches, on trouvera d'autre part au musée géologique de Lausanne des matériaux très abondants et d'une bonne conservation.

7. *Marne d'Arzier*. — Les carrières d'Arzier, dans le Jura vaudois, sont ouvertes dans le calcaire Valangien inférieur, au-dessus duquel se trouve une marne blanche riche en fossiles, sur lesquels M. de Loriol a publié une monographie. Depuis la découverte de ce gisement, j'ai reconnu sur plusieurs points du Jura la même marne, plus ou moins riche en fossiles, (quoiqu'elle eût été désignée à Nozeroy, par Marcou, comme marne bleue sans fossiles). La faune, évidemment valangienne, présente cependant bon nombre d'espèces établissant une transition avec les niveaux supérieurs. Dix-huit espèces seulement ont été décrites par M. de Loriol. Lorsque l'on compare les planches où elles sont figurées avec celles des monographies du Landeron et du Salève, on constate une analogie incontestable, et il me semble hors de doute que si des circonstances favorables le permettaient, on arriverait à reconnaître qu'en somme toutes ces faunules se ressemblent, et que de leur réunion résulterait un tout constituant une seule faune du crétacé inférieur.

8. *Marne Valangienne inférieure du Collas, Sainte-Croix*. — Le terrain crétacé, si largement développé dans le bassin de l'Auberson, l'est très peu dans celui de Sainte-Croix. On le voit affleurer dans le ravin de l'Arnon, au Collas, où la faune du Valangien inférieur est assez riche et présente les espèces caractéristiques des genres *Natica*, *Tylostoma*, *Pterocera*, etc., associées à quelques-unes des Térébratules du Va-

langien et à des spongitaires. Ceux-ci ont donc fait leur apparition avec les premières couches marines de l'étage. Malheureusement les fossiles de ce niveau ont été mélangés par le Dr Campiche avec ceux des autres gisements, et il faudrait de nouvelles recherches pour en établir la liste.

Je termine ici cette communication, me proposant d'y revenir prochainement, lorsque j'aurai dressé la liste générale des spongitaires crétacés connus par les travaux de M. de Loriol pour les gisements jurassiens, et ceux de M. de Fromentel pour ceux de l'Yonne et des lambeaux néocomiens de la partie occidentale du Jura.

IV

Note sur le Corallien de Gilley (Doubs).

La découverte du gisement important de Polypiers du Corallien blanc à Gilley date de l'été de 1891. Invité par mon confrère, M. Kilian, à l'accompagner dans ses excursions aux environs de Morteau et dans la vallée de la Loue, nous reconnûmes, dans les remblais de la voie ferrée qui précède le tunnel de Longemaison, des matériaux remarquables par leur blancheur éclatante, leur aspect crayeux et par la présence de boules arrondies faisant saillie à la surface des blocs calcaires. Leur volume le plus fréquent était de la grosseur du poing ; d'autres atteignaient la grosseur de la tête. Enfin il y en avait aussi en abondance de plus petits.

En un mot, nous avons sous les yeux un gisement de Polypiers fossiles des plus riches qu'il soit possible d'imaginer. Quant aux mollusques, ils sont en revanche très rares; j'en parlerai plus loin. J'ajouterai encore que la nature peu solide de la roche permet de détacher facilement et sans les endommager, les échantillons de fossiles, et que ceux-ci ne présentent, pour la plupart, aucune trace d'usure ou de frottement.

En revanche, les calices des Polypiers sont quelquefois encroûtés, comme si une substance analogue au *drap marin* de certains mollusques les avait enveloppés. S'agissant de préciser le niveau stratigraphique de la couche qui avait fourni ces matériaux, je reconnus qu'ils provenaient du creusage d'une fouille pour l'établissement d'une niche dans la galerie. La couche elle-même apparaît, avec ses fossiles, à l'entrée sud. Son épaisseur est d'environ 1 m. 50. Elle plonge légèrement au sud, et est surmontée par les bancs calcaires compacts bleus de l'Astartien, avec les fossiles caractéristiques de cet étage : *Apiocrinus*, *Rhynchonella*, *Lima*, etc., que l'on peut recueillir dans les schistes marneux interstratifiés aux bancs calcaires de la longue tranchée qui précède le tunnel.

Il n'est pas possible de se rendre compte des relations de cette couche coralligène avec celles qui sont au-dessous. Autant que j'ai pu en juger en étudiant la surface au-dessus du tunnel, elle passe par gradations insensibles aux calcaires marneux et aux marnes à sphérîtes du terrain à chailles, car, à la tête nord du tunnel apparaissent les marnes argileuses à fossiles pyriteux de l'Oxfordien, puis le Callovien marno-calcaire ferrugineux, très riche en fossiles, et enfin

la Dalle nacrée, ou plutôt un faciès particulier du Bathonien, caractérisé par une alternance de bancs calcaires et de schistes sans fossiles. Ici, les couches montrent un redressement bien accusé, correspondant à l'anticlinale du Mont-Chaumont à l'ouest.

La coupe fig. 2, pl. I, permettra, je l'espère, de bien comprendre la position de notre zone corallienne à la base de l'Astartien, la disparition des calcaires hydrauliques et du Spongilien, et leur remplacement par le faciès *Rauracien*, comprenant le *Corallien* et l'*Oxfordien*, comme c'est le cas dans le Jura bernois. Cette coupe est complétée vers le sud par l'indication des couches du Ptérocérien bien visible à la gare de Gilley, et par celles du Portlandien des Colombières et de Remonot.

Placée en regard de celle du Jurassique supérieure de la Chaux-de-Fonds, elle fait ressortir la grande différence des caractères stratigraphiques entre deux régions d'ailleurs peu éloignées l'une de l'autre. Ici les assises sont horizontales, ou à peu près, là elles sont verticales ou même renversées, sans que cependant les caractères orographiques soient différents.

*
* *
*

Quelques mots maintenant de la faune de ce gisement remarquable.

Etant donné le synchronisme bien avéré de la couche fossilifère avec le Corallien du Jura bernois et des contrées où ce terrain a été signalé, on se fut attendu à n'y trouver que les espèces caractéristiques et bien connues de tous les géologues. Il n'en est rien, et, ainsi que je l'ai déjà dit dans ma communication à la Société helvétique des sciences naturelles

à Bâle, nous trouvons ici associées des espèces dont l'apparition était considérée comme bien plus récente, c'est-à-dire de l'âge du Virgulien coralligène de Valfin près de Saint-Claude. Remarquons d'ailleurs qu'il ne s'agit pas d'espèces dont la détermination peut paraître douteuse, mais bien de formes caractéristiques, telles que, par exemple, les genres *Rhipidogyra* et *Phytogyra*. M. Koby, de Porrentruy, auteur de l'importante monographie des *Polypiers jurassiques de la Suisse*, avait reconnu, dans un premier envoi, une quarantaine d'espèces, auxquelles j'en ai pu ajouter une vingtaine.

Ce qui est aussi très remarquable dans cette faunule, c'est la variété des types dans le développement des individus, isolés, ou formant des colonies agrégées. Ainsi, tout au bas de l'échelle, nous trouvons les genres *Microsolena* et *Thamnarea*, en forme de boule, à la surface desquelles on distingue à peine les calices, et qui se rapprochent des Spongiaires. Chez les *Stephanocœnia trochiformis*, dont la forme extérieure est à peu près semblable, les calices, de dimensions très réduites, apparaissent, au contraire, avec la plus grande netteté. Dans cette espèce, les colonies ne dépassent pas la grosseur d'une noix, chez les *Helio-cœnia variabilis*, qui leur ressemblent, elles atteignent la grosseur de la tête.

À côté de ces espèces viennent se placer les *Favia Michelini*, à calice irrégulier, affectant la forme d'une fève, puis les grands buissons des *Confusastrea rustica* et des *Isastrea explanata*. Parmi les espèces dont les individus vivent isolément, on remarque les genres *Montlivaultia* et *Epismilia*. Le *Calamophyllia Ducreti* est presque seul à représenter les formes arborescentes.

J'ai dit que les mollusques étaient rares ; on trouve cependant les *Diceras arietina* et *Cardium corallinum*. Il faut y joindre deux beaux Corbis (*C. giganteum* et *C. episcopalis*), très bien conservés.

On peut considérer comme nuls les Echinides et les Brachiopodes, ainsi que les Nérinées, qui sont si abondantes à la Caquerelle, dans le Jura bernois. Voici la liste provisoire des espèces reconnues et déterminées à ce jour :

MOLLUSQUES

<i>Acteonina acuta</i> d'Orb.	<i>Corbis scobinella</i> Buv.
<i>Nerinea Ursicina</i> Th.	<i>C. Kobyi</i> de Lor.
<i>N. Laufonensis</i> Et.	<i>C. episcopalis</i> de Lor.
<i>Cerithium limæforme</i> R.	<i>C. giganteum</i> de Lor.
<i>Natica ponderosa</i> de Lor.	<i>Arca bipartita</i> Roem.
<i>Nerita canalifera</i> Buv.	<i>A. Censoriensis</i> Cotteau.
<i>N. Laufonensis</i> Th.	<i>A. Choffati</i> Th.
<i>Pileolus Valfinensis</i> de Lor.	<i>Diceras arietina</i> Lamk.
<i>Fissurella Defranouxi</i> Guir.	<i>D. Ursicinum</i> Th.
<i>Corbis Valfinensis</i> de Lor.	<i>Cardium corallinum</i> Leym.
<i>C. Buvignieri</i> Desl.	

POLYPIERS

<i>Dendrohelix coalescens</i> Gdf.	<i>R. nov. sp.</i>
<i>Epismilia obesa</i> K.	<i>Heliocœnia variabilis</i> Et.
<i>E. elongata</i> Et.	<i>H. Humberti</i> Et.
<i>E. contorta</i> K.	<i>H. corallina</i> K.
<i>Pleurosmilia Marcouï.</i>	<i>Heterocœnia crassa</i> K.
<i>P. excavata</i> K.	<i>Diplocœnia Matheyi</i> K.
<i>Stylosmilia Michelinii</i> Edw. et H.	<i>Stylina Girodi</i> Et.
<i>Pachygyra Cotteaui.</i>	<i>S. tenax</i> Et.
<i>P. nov. sp.</i>	<i>S. Valfinensis</i> Et.
<i>Phytogyra magnifica</i> Et.	<i>S. tubulifera</i> Phil.
<i>P. nov. sp.</i>	<i>Cryptocœnia limbata</i> Gdf.
<i>Rhipidogyra crassa</i> Fr.	<i>C. decipiens</i> Et.
<i>Rh. percrassa</i> Et.	<i>Cyathophora Bourgueti</i> Mil.

<i>Cyathophora Thurmanni</i> K.	<i>Confusastrea rustica</i> Defr.
<i>Convexastrea bernensis</i> Et.	<i>Isastrea explanata</i> Gdf.
<i>Montlivaultia obconica</i> Gdf.	<i>I. Thurmanni</i> Et.
<i>M. sp.</i>	<i>Astroccenia crasso-ramosa</i> Mich.
<i>Plesiophyllia sp.</i>	<i>Stephanocccenia ramulifera</i> Et.
<i>Thecosmilia costata</i> Th.	<i>S. trochiformis</i> Et.
<i>Th. trichotoma</i> Gdf.	<i>Thamnastrea Mayeri</i> K.
<i>T. Langi</i> K.	<i>T. Bonanomii</i> K.
<i>Dermosmilia laxata</i> Et.	<i>T. Lomontiana</i> Et.
<i>Chorisastrea glomerata</i> K.	<i>T. Coquandi</i> Et.
<i>Calamophyllia Ducreti</i> K.	<i>T. gracilis</i> Gdf.
<i>Favia Michelinii</i> E. et H.	<i>Microsolena Fromenteli</i> K.
<i>F. lobata</i> K.	<i>M. dubia</i> K.
<i>Latimeandra Ducreti</i> K.	<i>M. Thurmanni</i> .
<i>L. Bonanomii</i> K.	<i>M. Verdati</i> .
<i>L. Valfinensis</i> K.	<i>Thamnarea digitalis</i> Et.
<i>L. minima</i> K.	

V

Note sur le gisement de fossiles de l'Astartien coralligène de la Chaux-de-Fonds.

C'est en 1856 que notre regretté collègue, M. Georges de Tribolet, attira mon attention sur de très petits fossiles renfermés dans un calcaire oolitique blanc, crayeux, des environs du Locle (le Crozot). Le faciès de cette roche rappelait singulièrement le corallien blanc à *Diceras* du Jura bernois, quoique nous fussions en présence d'un niveau plus récent, l'Astartien. Malgré d'actives recherches, je ne pus découvrir, en place, la couche fossilifère et en dresser une coupe stratigraphique. C'est en brisant, à coups de marteau,

quelques blocs du mur de clôture d'un jardin que j'avais obtenu la nombreuse série d'espèces de ce gisement, aussi je me bornai à en indiquer quelques-unes dans mon *Mémoire géologique sur le Jura neuchâtelois*.

M. Maurice de Tribolet se montra moins réservé et, dans diverses publications, il fit connaître 115 espèces, dont 18 nouvelles, provenant toutes de ce gisement du Crozot, et caractérisant son *Etage séquanien supérieur*.

Je ne m'arrêterai pas à examiner ici jusqu'à quel point les conclusions de la *Note sur le gisement astartien* du Crozot étaient justifiées. Il me suffira de rappeler que, dans ce travail, notre collègue constatait la *réurrence* d'espèces déjà signalées dans le vrai Corallien, plus ancien, du Jura bernois. On comprendra aussi combien il était désirable de retrouver, en place, un gisement analogue, dont il fût possible d'établir nettement le niveau stratigraphique.

C'est cette découverte que j'ai eu la chance de faire en 1882, à la Chaux-de-Fonds même, au voisinage des maisons de la rue de l'Hôtel-de-Ville (autrefois rue de la Combe). Je l'ai annoncée à la réunion de la Société helvétique des sciences naturelles à Lucerne, et ai communiqué à la section de géologie une note succincte qui a paru dans les *Archives des sciences naturelles*. L'année suivante, les géologues excursionnistes, partis du Locle, visitaient le gisement, et M. Gilliéron en a dit quelques mots dans le compte-rendu de l'excursion. Enfin, plus tard encore, les fossiles que j'y avais recueillis ont été étudiés et déterminés avec beaucoup de soins par M. G. Maillard, mais les circonstances ne m'avaient pas permis d'en dresser la liste, non plus que d'établir la coupe géo-

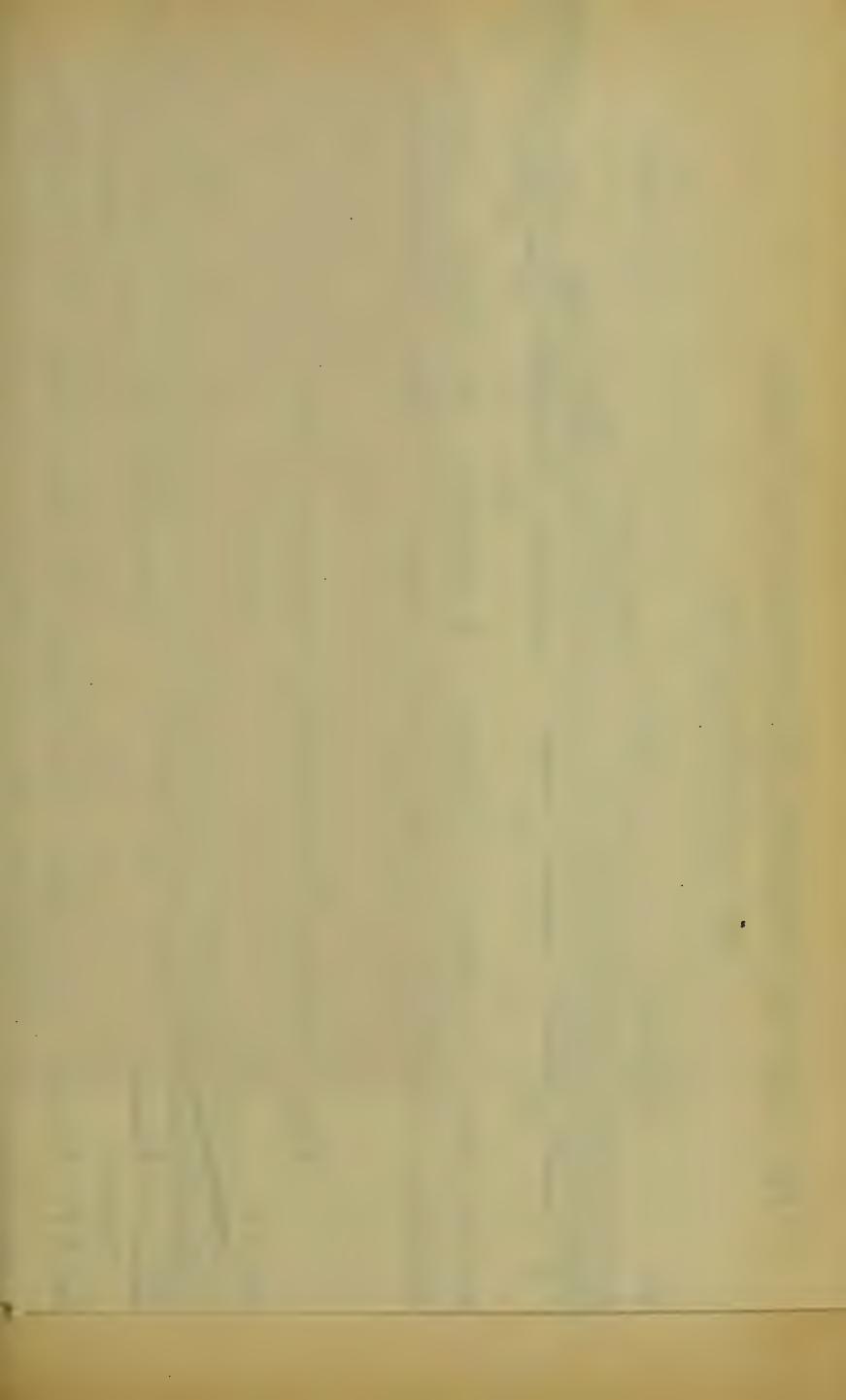


Fig. 1. Coupe entre le Temple de la Chaur-de-Fonds et les Crosettes
par la rue de l'Hôtel de Ville.

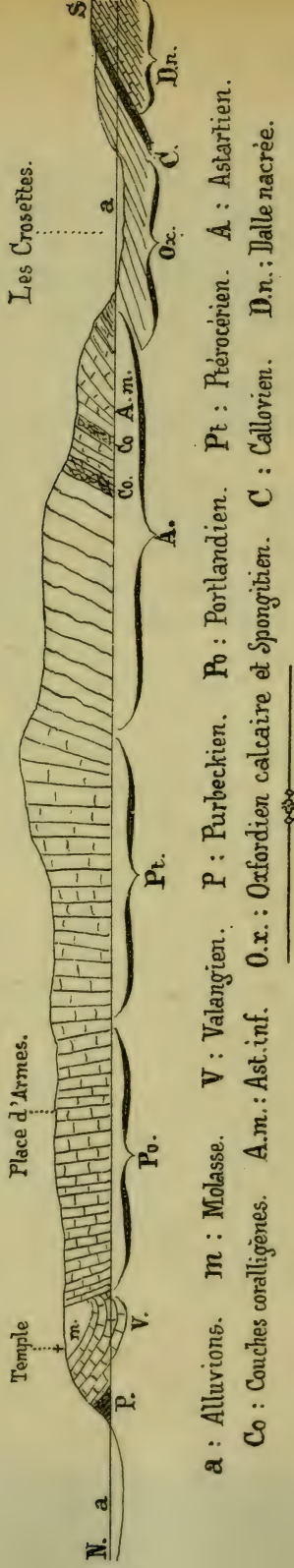
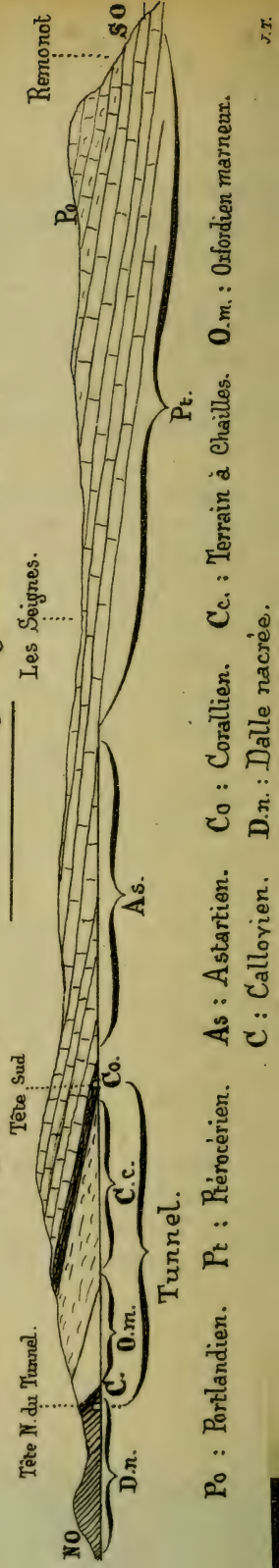


Fig. 2. Coupe au Tunnel de Gilley-Longemaison (Doubs).



logique très nette que l'on observe sur ce point de notre pays.

* * *

Je dirai d'abord quelques mots de cette coupe, telle qu'on peut l'observer, du N. au S. en suivant la rue de l'Hôtel-de-Ville. (Pl. I, fig. 1.)

Ainsi que l'avait déjà constaté C. Nicolet, le bassin ou vallon de la Chaux-de-Fonds présente à son bord méridional une bande de molasse marine. C'est ce que l'on peut aisément reconnaître dans les tranchées de la gare et des voies qui précèdent le tunnel de la Combe. Cette disposition se manifeste également, quoique d'une façon moins visible, dans ma coupe passant par le tertre du temple. Le Valangien et même le Purbeckien, redressés, forment un *pli-faille* des plus caractéristiques, lequel se poursuit du reste jusque dans le vallon du Locle.

Mais il y a plus, le Jurassique supérieur du chaînon surbaissé du Crêt-des-Olives se présente ici en couches renversées, fissurées, mal stratifiées, espèce de brèche, qui représente le Portlandien. Peu à peu les couches se redressent et passent à la verticale. On entre alors dans les calcaires du Ptérocérien, qui ont ici de 100 à 150 mètres d'épaisseur, mais qui ne renferment pas de fossiles. Aussi n'est-il pas possible de déterminer le passage à l'Astartien, qui va maintenant nous occuper.

En approchant de la combe des Crosettes, on voit que la direction des couches tend à reprendre la disposition normale, c'est-à-dire plongeant au nord et dessinant l'anticlinale du chaînon qui sépare le vallon de la Chaux-de-Fonds de celui de la Sagne. En même temps, on voit apparaître deux zones de calcaire blanc

crayeux, dont la nature contraste absolument avec celle des bancs calcaires qui leur sont subordonnés. Je dis *zones*, car en réalité il n'y a pas de couches régulièrement stratifiées. Partout la roche crayeuse passe graduellement à la roche compacte. Ces deux zones sont séparées par un massif de couches calcaires de 20 à 30 mètres d'épaisseur. Leurs caractères sont d'ailleurs sensiblement différents, comme on va le voir.

La première zone, la plus supérieure, affleure à droite du ruz, et se présente sous forme d'excavation, due à la nature friable, crayeuse ou dolomitique de la roche. Elle ne renferme que de rares fossiles; j'y ai recueilli cependant une grosse *Nerinea Defrancei*, l'*Acteonina acuta* et quelques *Diceras* (*D. Verena*, *D. Suprajurensis*, etc.)

La seconde zone de roche coralligène blanche, lorsque je l'ai étudiée, venait d'être attaquée en tranchée pour les dégagements d'une maison. Maintenant elle est recouverte par les éboulis.

Ici le caractère oolitique et coralligène est très développé. Tantôt ce sont de fines oolites, confluentes avec la pâte calcaire, tantôt au contraire ce sont des nodules irréguliers, de grosseur variable, qui se détachent de la roche sous le choc du marteau. Les fossiles sont ici d'une prodigieuse abondance, en particulier certaines Nérinées à test lisse, de grandeur moyenne (*N. Carpathica*, *N. Bruntrutana*). D'autres, plus petites, de formes variées, sont remarquables par leur ornementation (*N. strigillata*). La *Nerinea Moreana* se présente en fort beaux exemplaires. Parmi les autres gastéropodes, je signalerai les *Acteonina acuta* et *A. Dormoisiana*, de grande taille,

comme à Valfin. Les Acéphales sont assez nombreux, particulièrement les *Diceras* (*D. Verenæ*, *D. Munsteri*) et les *huitres* (*Ostrea Ermoniti*, *O. gregarea*). Les Brachiopodes sont rares, les Echinides presque nuls et les Polypiers représentés par quelques espèces du groupe des *Pleurosmilia* et des *Epismilia*.

L'état de conservation de ces fossiles, sans être parfait, permet cependant une détermination assez rigoureuse. Ils ne sont pas roulés et brisés, mais le test paraît avoir subi certaines altérations, ou même avoir été recouvert de ces substances organiques auxquelles on donne le nom de *drap marin*. Voici la liste des espèces de ce gisement, déterminées par M. Maillard :

GASTÉROPODES

<i>Nerinea Clio</i> d'Orb.	<i>Nerinea strigillata</i> Creda.
<i>N. Moreana</i> d'Orb.	<i>Delphinula rugosa</i> Buv.
<i>N. turriculata</i> d'Orb.	<i>Acteonina acuta</i> d'Orb.
<i>N. Curmontensis</i> de Lor.	<i>A. Dormoisiana</i> d'Orb.
<i>N. Carpathica</i> Zeusch.	<i>A. Davidsoni</i> de Lor.
<i>N. Brückneri</i> Et.	<i>Cerithium buccinoideum</i> Buv.
<i>N. Laufonensis</i> Et.	<i>C. planorotundatum</i> Buv.
<i>N. Dessordgi</i> d'Orb.	<i>Trochus bicinctus</i> d'Orb.
<i>N. subcylindrica</i> d'Orb.	<i>T. æqualis</i> Buv.
<i>N. Bruntrutana</i> Th.	<i>T. striatus</i> Trib.
<i>N. contorta</i> Buv.	<i>T. echinulatus</i> Buv.
<i>N. Cassiope</i> d'Orb.	<i>T. acuticarinus</i> Buv.
<i>N. fallax</i> Th.	<i>T. Crozotensis</i> Trib.

Plus une dizaine d'espèces de Gastéropodes de divers genres, non encore figurés ou déterminés.

ACÉPHALES

<i>Lucina substriata</i> Roem.	<i>Mytilus subæqualis</i> .
<i>Cardium corallinum</i> Buv.	<i>M. sinuatus</i> Buv.
<i>Isocardia cornuta</i> Kl.	<i>M. subæquiplicatus</i> .
<i>Fimbria subdecussata</i> Buv.	<i>Diceras suprajurensis</i> Th.
<i>Thracia incerta</i> Desl.	<i>D. Munsteri</i> Gold.
<i>Trigonia suprajurensis</i> Ag.	<i>D. Verencæ</i> Et.
<i>Arca</i> , 4 ou 5 sp.	<i>Anomya foliacea</i> .
<i>Hinnites velatus</i> .	<i>Ostrea Ermonti</i> Et.
<i>Lima</i> , plusieurs esp.	<i>O. gregarea</i> Sow.

BRACHIOPODES

<i>Terebratula Bauhini</i> Et.	<i>Rhynchonella pinguis</i> Opp.
<i>T. suprajurensis</i> Th.	<i>R. semiconstans</i> Et.

POLYPIERS

Une dizaine d'espèces non déterminées.

SPONGITAIRES

Amorphospongia Crozotensis.

Comme on le voit, le nombre des espèces est de moitié inférieur à celui du gisement du Crozot. Mais je dois faire observer que j'ai négligé plusieurs espèces qui, n'étant représentées que par des fragments, auraient allongé inutilement la liste. Je remarquerai aussi que les Nérinées appartiennent, pour un bon nombre, à des espèces différentes.

Pour terminer ce qui a rapport à notre coupe de la Combe, je dirai que, à partir de la zone coralligène inférieure, les couches s'inclinent toujours davantage dans la direction de la voûte oolitique des Crosettes. Les délits marneux de l'Astartien inférieur apparaissent de plus en plus fréquents jusqu'au point où leur

affleurement disparaît sous les dépôts détritiques qui constituent le fond de la combe oxfordienne. Ainsi, notre coupe présente ce fait bien remarquable qu'entre les terrains tertiaires, crétacés, jurassique supérieur, moyen et inférieur, il n'y a, pour ainsi dire, aucune différence de niveau. La disposition en éventail est aussi très accentuée et particulièrement caractéristique dans toute cette région.

* * *

D'après ce qui vient d'être dit, les deux zones coralligènes de la Chaux-de-Fonds sont toutes deux astartiennes et se rencontrent à la base de l'étage. Autant que j'ai pu en juger, le gisement du Crozot se trouverait à la partie supérieure du même étage. Quoi qu'il en soit, il me paraît impossible de considérer les amas lenticulaires de roches oolitiques ou crayeuses, comme constituant un *étage* ou niveau constant dans le Jura. J'ai retrouvé sur la voie ferrée, entre le Champ-du-Moulin et Rochefort, des intercalations de roches crayeuses, friables, ou oolitiques, semblables à celles de notre zone supérieure et qui, par conséquent, ont dû se former dans des conditions analogues. Je les ai signalées aussi aux tunnels des Loges et du Mont-Sagne, à Combe-Varin, etc., mais partout et toujours il y a passage insensible de la roche blanche crayeuse au calcaire compacte en gros bancs. En hauteur comme en étendue, ce sont, comme je viens de le dire, et comme M. l'abbé Bourgeat l'a démontré dans ses remarquables études sur le Haut-Jura, des *lenticilles*, intercalées à différents niveaux, dans tous les étages jurassiques supérieurs.

Il y aurait même lieu de se demander si l'expression de *faciès coralligène*, que j'ai été l'un des premiers à employer, est bien justifiée. Coralligène veut dire qui renferme des coraux ou Polypiers; or le fait est que les Polypiers sont très peu abondants, soit en individus, soit en espèces, dans nos calcaires blancs, alors qu'ils foisonnent dans certaines couches marneuses du Jurassique supérieur. J'ai lieu d'espérer toutefois que, dans cette note, on aura saisi le sens réel dans lequel je l'ai employé, et en particulier, je n'irai pas jusqu'à dire, comme quelques géologues, que les calcaires compactes à Caprotines de l'Urgonien rentrent dans le faciès coralligène.

* * *

Comme conclusions à ce petit travail, je dirai qu'il me paraît y avoir au point de vue paléontologique une étroite liaison entre la formation des couches du corallien typique du Jura bernois et franc-comtois et celle des différents niveaux coralligènes du Jurassique supérieur des autres parties du Jura. Il faut décidément renoncer à s'appuyer pour la distinction des étages sur la présence des soi-disant *fossiles caractéristiques*, tels que le *Diceras arietina*, le *Cardium corallinum*, etc., espèces qui se sont développées aussi bien dans l'Astartien que dans le Corallien.

Nous savons maintenant que telle espèce du Virgulien coralligène de Valfin-Saint-Claude, comme l'*Acteonina acuta*, se montre dans notre Astartien et se retrouve dans le Corallien de Gilley. Les espèces ont émigré du nord au sud, abandonnant une région lorsque les circonstances n'étaient plus favorables à leur développement. Où faut-il chercher ces gisements,

pour les espèces que je viens de nommer ? C'est ce que je n'entreprendrai pas de rechercher ici, et que nous saurons peut-être plus tard, à mesure que les différentes parties du Jura auront été étudiées.

C'est précisément à cette recherche que devront s'appliquer les futurs géologues, bien plutôt qu'à discuter sur les limites des étages, en se basant sur la majorité absolue ou relative des espèces recueillies dans tel ou tel gisement. N'a-t-il pas suffi, pour établir la longue liste des espèces du Crozot, de briser quelques morceaux de roche calcaire ? Et pour celle, plus importante à mes yeux, de la Chaux-de-Fonds, d'exploiter un demi-mètre cube au plus d'une roche analogue ?

Je formulerai les mêmes conclusions au point de vue stratigraphique et pétrographique, et je constate l'inutilité des efforts tentés pour justifier tel ou tel système de classification. Non pas que je propose de renoncer absolument à ces moyens empiriques, nécessaires pour se reconnaître dans la succession des assises, l'enchaînement et le développement des êtres organisés. Mais ce à quoi il faut renoncer, c'est à appliquer des dénominations locales ou régionales à toute une contrée comme le Jura. Ce qu'il faut éviter, c'est la création incessante de nouvelles expressions sous prétexte d'élucider certains sujets qui ne le seront jamais. Plus on avancera dans l'étude géologique de notre pays, plus on reconnaîtra que les alternances de faciès, les mélanges d'espèces à différents niveaux, sont la règle et non l'exception, et cela qu'il s'agisse des terrains jurassiques, crétacés ou tertiaires.

VI

Sur le minerai de fer des Brenets.

En 1880, M. Droz-Jeannet, des Brenets, me faisait savoir que, par suite de creusages des fondations pour un bâtiment, il avait découvert plusieurs crevasses dans les roches calcaires, remplies de marne rouge, à grains de fer, absolument semblables aux *minières* du Jura bernois. Je m'y rendis aussitôt, et pus constater la richesse en minerai de ces poches ou crevasses, ouvertes au milieu des bancs du calcaire valangien inférieur. Toutefois, l'étendue limitée, en surface comme en profondeur, me permit de déclarer au propriétaire qu'il ne pouvait être question d'une mine à exploiter, quelle que fut d'ailleurs l'abondance des grains de fer pisolitique dans certaines parties des crevasses, où la proportion était de 75 pour cent (ailleurs elle se réduisait à 5 pour cent à peine).

Cette découverte n'en était pas moins intéressante, puisqu'elle me permettait d'observer très minutieusement la manière d'être du gisement et les caractères de la roche remplissant les crevasses.

Celles-ci se présentent d'une façon irrégulière et traversent les couches calcaires plongeant vers le sud. La largeur maximum est d'un mètre, mais elle va en diminuant vers les extrémités et se termine en une simple fissure ; elle diminue aussi rapidement en profondeur.

Les matériaux de remplissage sont de nature variée. Tantôt c'est une argile rouge-jaunâtre empâ-

tant de nombreux grains de fer pisolitique de forme sphérique, régulière, de la grosseur d'un pois. Tantôt, au contraire, les grains de fer deviennent rares, de grosseur inégale; ils sont entremêlés de fragments roulés, de couleur blanche, qui ne sont autre chose que des bryozoaires remaniés, à l'état siliceux, provenant d'autres terrains.

Un troisième faciès consiste en une marne terreuse, noirâtre, remplie d'une infinité de grains de fer, très petits, de un à trois millimètres, la plupart anguleux et non pisolitiques. Aux bryozoaires il faut ajouter une quantité de grains de quartz, les uns arrondis, les autres translucides et bipyramidés. J'y ai découvert en outre divers fossiles, tels qu'un petit Planorbe, très fréquent dans le calcaire lacustre du Locle, une dent de Lamna, de la molasse marine; mais, d'une manière générale, on peut admettre que ces fossiles proviennent de charriage et de remaniements, et qu'il serait inutile d'y chercher les dents et ossements d'âge Eocène, qui ont rendu célèbres les crevasses sidérolitiques des environs de La Sarraz et d'Egerkingen près de Soleure.

L'association des minéraux et des fossiles que je viens de signaler soulève nombre de questions importantes. En particulier, il me paraît qu'il ne peut y avoir de doute sur le fait que le minerai de fer est un dépôt de remplissage et qu'il faut renoncer à la théorie en faveur jusqu'ici des éruptions ou éjections sidérolitiques.

VII

**Sur le relèvement des couches glaciaires au
Champ-du-Moulin, par M. Ritter.**

Notre collègue, M. l'ingénieur Ritter, a publié dans le Bulletin, en 1888, une note pleine d'aperçus ingénieux sur le lac glaciaire du Champ-du-Moulin. Je n'entrerais pas en discussion sur la première partie de cette communication, relative à l'origine et au mode de formation de ce dépôt. Mais il ne peut en être de même au sujet de la seconde série d'observations, dans lesquelles l'auteur prétend prouver « que les roches encaissant le dépôt se sont rapprochées depuis la formation de celui-ci, et que l'action qui a plissé les couches rocheuses jurassiques du Champ-du-Moulin a continué depuis le dépôt et le durcissement de l'argile glaciaire, c'est-à-dire pendant l'époque quaternaire ».

Une semblable affirmation, si elle était prouvée, ne tendrait à rien moins qu'à contredire tous les faits, toutes les données acquises par les études géologiques sur les terrains quaternaires en Europe. Nous aurions au Champ-du-Moulin un exemple unique d'un phénomène dont les tremblements de terre et les éruptions volcaniques ne présentent pas même de traces, et il fallait la brillante imagination de M. Ritter pour évoquer, à propos du redressement des bancs de glaise, la théorie qu'il nous présente. Ce n'est pas, qu'on le remarque bien, ce redressement de l'argile glaciaire feuilletée que je conteste, mais bien la cause,

l'agent de ce redressement. Point n'est besoin, en effet, de recourir à des hypothèses hardies, ni de faire intervenir des phénomènes dynamiques d'une portée générale, universelle. Ils sont nombreux les exemples de couches ou de terrains soulevés, redressés dans les temps modernes, sous nos yeux même, par une cause toute simple, toute naturelle, dirai-je, *l'éboulement de masses rocheuses tombant sur des surfaces meubles, de nature quelconque qui, sous le poids dont elles sont surchargées, tendent à se relever, à se redresser contre la pente opposée à celle d'où est parti l'éboulement.*

La construction des voies ferrées dans le Jura bernois, notamment dans les gorges de Moutier, a présenté des exemples curieux de cette influence exercée soit par des glissements de terrains, soit par des terrassements opérés sur des terrains argileux. On a vu le mouvement des masses se propager, par-dessous le lit de la rivière, d'un versant à l'autre de la vallée, uniquement par suite de la pression latérale des terrains accumulés pour les terrassements de la voie.

Mais je citerai un exemple plus convainquant d'un phénomène de ce genre. C'est celui que j'ai fait connaître dans le *Rameau de sapin* et qui s'est produit tout près du Locle, aux Eroges, lors de la construction de la voie de raccordement de la ligne du Jura avec celle de Morteau-Besançon. Dans cet article, qui a pour titre : *Un phénomène géologique contemporain*, je rapporte comment, à la suite d'enrochements jetés à la surface d'un marais tourbeux, on vit le terrain se soulever graduellement et provoquer la déviation de la route cantonale, sur une longueur de flèche de 3 m. 70. La hauteur du soulèvement du sol tourbeux,

qu'il fallut exploiter en tranchées, était de 2 à 3 mètres et, comme l'indique l'un des croquis, on pouvait observer facilement l'angle de redressement subi par les couches.

Est-il besoin de faire remarquer l'analogie de ce phénomène avec celui du Champ-du-Moulin ? Je ne le pense pas. M. Ritter évoque lui-même l'action des éboulements qui, déjà à l'époque glaciaire, ont provoqué la formation de son lac glaciaire. Ceux-ci ne pouvaient manquer de se produire dès lors, à répétées fois, et de modifier plus ou moins profondément les dépôts éminemment plastiques du fond de la vallée. Voilà ce que je tenais à dire, maintenant que des circonstances plus favorables me permettent d'y revenir.

VIII

Sur la Vivianite du Locle.

Il y a déjà quelques années, je découvrais dans les creusages de fondation et au milieu du terrain limoneux, semi-tourbeux, du fond de la vallée du Locle, une substance dont la couleur d'un bleu très vif contrastait singulièrement avec la teinte brune de ce sol détritique, d'origine récente. Notre collègue, M. de Tribolet, m'ayant appris que ce devait être de la Vivianite, ou phosphate de fer bleu, je m'empressai de faire quelques recherches pour en recueillir des échantillons. J'étais d'ailleurs servi à souhait par le fait que, sur divers points, on était en train de creu-

ser des fondations de bâtiments; aussi ai-je l'avantage de vous présenter quelques-uns des échantillons que j'ai eu la satisfaction de découvrir, et de joindre quelques notes sur leur gisement et leur manière d'être.

Voici d'abord ceux que l'on trouve dans le sol tourbeux du fond de la vallée, à un mètre ou deux de la surface. C'est une sorte d'humus terreux, brun foncé, au milieu duquel apparaissent les taches disséminées de la vivianite terreuse, mais de couleur très vive, qui tapisse les vides provenant de la décomposition de racines et de brindilles de végétaux. Il s'y trouve également quelques fragments de gravier calcaire altérés et en décomposition.

Voici maintenant un autre faciès de notre terrain d'alluvion; celui-ci, qui se rencontre sur les bords de la vallée, est beaucoup moins tourbeux, plus sablonneux et de couleur gris terne. Néanmoins, on constate que la précipitation des substances minérales est due à la décomposition des végétaux, brindilles ou racines, etc.

J'en étais là de mes découvertes, lorsque j'aperçus non plus des veinules dispersées, mais des branches, des souches d'une certaine dimension, colorées, tapissées par places de cette même vivianite, remarquable par la vivacité de la teinte minérale. Le bois sur lequel elle est fixée est lui-même plus ou moins altéré, et semble en voie de passer à l'état de lignite.

Ce que je viens de dire de la profondeur à laquelle se rencontre cette substance minérale nous montre qu'elle ne doit pas être d'origine bien ancienne, mais ainsi qu'on va le voir, il ne peut y avoir de doute qu'elle est tout à fait récente, et même actuelle. J'ai

en effet découvert, en même temps que les souches, un cône de sapin rouge, une *pive*, comme nous disons dans le pays, dont les écailles sont lisérées sur leur pourtour, de vivianite bien caractérisée. Il y a plus, j'ai également recueilli un morceau de bois de sapin minéralisé d'un côté, carbonisé de l'autre, provenant d'un incendie dans le voisinage, il y a sept ans à peine.

IX

Sur l'Opale du Locle.

La découverte de la vivianite ayant ramené mon attention sur la présence de l'opale dans les calcaires siliceux de l'œningien du Locle, je me suis également livré à la recherche de nouveaux échantillons de ce minéral, signalé au Locle depuis le commencement de ce siècle.

On sait que les minces couches de substance charbonneuse, connue sous le nom de *charbon de pierre* du Locle, alternent avec des couches ou lentilles de silex, tantôt incolores, tantôt d'un noir plus ou moins foncé. Ce sont ces roches siliceuses qui, envoyées à Paris par Léopold de Buch, donnèrent lieu à des dissertations au sein de la Société philomatique. Dès cette époque, si je ne fais erreur, on a appliqué à nos silex du Locle le nom de *Ménilite*, par analogie avec les silex de Ménilmontant, près de Paris, en ajoutant que cette roche renfermait des stries d'*opale*. Je me hâte de dire qu'il ne s'agit pas ici de l'*opale noble* à reflets irisés, utilisée en joaillerie.

Pour n'être pas *noble*, l'opale du Locle n'en est pas moins intéressante, et elle me paraît mériter l'attention des minéralogistes, qui voudraient se rendre compte de son origine et de son mode de formation. Chose curieuse, nous retrouvons cette substance dans des conditions analogues à celles de la vivianite. Sur la masse noire, vitreuse, à cassure esquilleuse, de la ménilite, apparaissent des taches claires d'un blanc laiteux, ou d'un bleu tendre, disposées en anneaux concentriques pareils à certaines agates. Mais il est rare que le minéral se présente à l'état massif, presque toujours il est sous forme de cavités minuscules, irrégulières, de quelques millimètres de diamètre, ou bien encore il se présente sous l'aspect de tubes ramifiés, correspondant à la destruction de débris végétaux, tout comme c'est le cas pour la vivianite.

Inutile de dire que cette opale se présente sous un grand nombre d'aspects. Mais je voudrais cependant insister sur le fait qu'un très grand nombre de fossiles, surtout des Planorbes, sont opalinisés, soit dans la ménilite noire, soit dans la ménilite incolore. Il me paraît incontestable qu'ici encore le minéral a une origine organique, contemporaine de la formation des dépôts eux-mêmes, et non point éruptive, comme on semble encore l'enseigner dans certains cours de minéralogie.



SUR L'HYDROLOGIE DES SOURCES NÉOCOMIENNES EN GÉNÉRAL

ET PLUS PARTICULIÈREMENT

sur celle des sources de Gorgier (tannes) et de Saint-Aubin

PAR GUILLAUME RITTER, INGÉNIEUR

(Notice lue dans la séance du 15 juin 1893)

Les villages de Saint-Aubin et de Gorgier sont alimentés par des sources qui viennent sourdre dans la zone des affleurements de marne néocomienne, mais dans des conditions de fonctionnement du massif alimentaire qui les entretient, très particulières et fort intéressantes à étudier.

C'est sur ces particularités que la présente communication a pour but d'attirer l'attention de notre Société, après avoir esquissé rapidement quelques remarques générales sur les sources néocomiennes.

Ainsi que j'ai eu l'honneur de l'exposer à diverses reprises, nos côtes jurassiques sur le versant du lac de Neuchâtel sont des masses fissurées (fig. 1) A perméables, limitées à l'imprégnation de haut en bas dans le sens vertical par les assises marneuses de l'oxfordien B. Les eaux, refoulées par ce matelas étanche, descendent donc peu à peu de fissures en fissures en suivant la direction des couches et cherchant des dégorgeoirs qui puissent leur permettre de reprendre ou de trouver un chemin de descente plus facile à la surface, surtout lorsque les bancs fissurés

sont abondamment saturés. Certaines parties des eaux descendant ainsi n'arrivent pas directement à la surface, mais rejoignent la partie sous *ab* complètement engorgée du banc A, où l'eau est à l'état de nappe souterraine permanente.

Le niveau de cette nappe ne pourra jamais descendre plus bas que la ligne horizontale *ab* dont la hauteur est déterminée par les points les plus bas du matelas imperméable C, qui recouvre les bancs A si puissants chez nous du jurassique supérieur. Le banc C n'est autre que la marne néocomienne; les marnes du Purbeck sous le valangien, argileuses, mais non compactes; sont trop peu puissantes pour remplir un semblable rôle, aussi le banc A₁ valangien, fait-il en réalité partie du massif spongieux A au point de vue de ses fonctions hydrologiques et la petite couche des marnes du Purbeck, lorsqu'elle existe, laisse souvent entièrement libre le passage des eaux du massif A dans les bancs A₁ et réciproquement.

La ligne *ab*, dont le niveau dépend de l'altitude du matelas imperméable des marnes néocomiennes C, est donc variable en hauteur en chaque point de nos petites combes néocomiennes, souvent ondulées, parfois fort accidentées et presque toujours limitées pittoresquement par les crêts du néocomien jaune, sur lesquels, chez nous, sont bâtis entre autres constructions le château de Neuchâtel et le pénitencier de notre ville.

La direction de ces vallons ou combes néocomiennes et la fluctuation de niveau du banc marneux dont l'érosion active et brutale de l'époque quaternaire a sans doute enlevé les grandes masses affleurantes, alors que les érosions de l'époque contempo-

raine n'agirent autrefois et n'agissent plus aujourd'hui que fort modérément; cette direction et ces fluctuations de niveau règlent donc, en chaque point de notre contrée, le plan limite *ab* de la zone d'encaissement en nappes des eaux souterraines.

Nous voici donc en mesure, la cause étant connue et bien déterminée, de rechercher chez nous, en chaque lieu de la côte et de nos crêts et vallons ou combes du crétacé, où doivent se trouver les points bas plus spécialement alimentés en eau et surtout les plus aptes à saigner leur voisinage imprégné, soit à droite soit à gauche, le plus longtemps, pour alimenter avantageusement les localités qui sont favorisées de ces points bas.

En partant de l'est, nous trouvons un de ces points bas des marnes encaissantes néocomiennes au Landeron, où il produit la source alimentaire de la ville; en un point bas semblable, à l'extrémité du Ruau de Cressier, se trouvent également les sources alimentaires de ce village.

A Saint-Blaise, ce point bas, grâce au vallon étendu de Voëns et de la côte absorbante du grand Chaumont, donne naissance à l'important ruisseau de ce village, qui fait mouvoir plusieurs roues hydrauliques.

A Hauterive, une fort petite dénivellation du néocomien fournit aussi un peu d'eau aux fontaines de cette localité.

La Coudre a peu d'eau ou même souvent elle n'en a pas, parce que le vallon néocomien se déverse à l'est du côté d'Hauterive, et à l'ouest du côté de Monruz, où se trouvent de bonnes sources alimentant la campagne de ce nom et surtout le ruisseau du chemin des Mulets, très abondant pendant une bonne partie de l'année, mais à sec pendant la saison estivale.

A Neuchâtel, les sources de l'Ecluse, qui ont fait le bonheur de la ville en fait d'eau d'alimentation pendant plusieurs siècles, sont dues à un point bas de saignée des plus avantageusement placé et alimenté par la zone matelassée des Fahys, côté ouest, et du vallon de l'Ecluse jusqu'au Vauseyon de l'autre côté.

La Serrière n'est pas une source néocomienne¹ absolument du même genre, car au lieu de se déverser dans le vallon, elle a trouvé une fissure perforant souterrainement le crêt des bancs jaunes du crétacé faisant suite à des fissurations profondes de la cluse jurassique des Gorges du Seyon. Ce système considérable de fissuration au travers des deux massifs, absorbe non seulement les faibles eaux néocomiennes des fins de Peseux et du Vauseyon, mais sert d'émissaire à la nappe souterraine jurassique du Val-de-Ruz, qui s'étend de Chasseral à la Tourne dans un sens et de Tête-de-Ran à Chaumont dans l'autre sens. De là, la grande importance hydrologique de cette source souterraine.

Toutefois, c'est encore ici la marne néocomienne qui règle la hauteur du déversoir de la Serrière; seulement cette marne encaissante, au lieu d'être protégée contre des érosions rapides par un crêt de néocomien jaune, est à l'abri des gelées en raison de sa profondeur et à l'abri aussi d'une action mécanique érosive de l'eau, grâce aux bancs fissurés du néocomien de la faille, qui résistent à l'action de l'eau en mouvement dans ses parties tourbillonnantes et affouillantes. La zone de Peseux à Bôle n'a pas de crêt néocomien et le crétacé s'étale à une assez grande hauteur près

¹ J'appelle les sources dues à la retenue des bancs marneux néocomiens, des sources néocomiennes.

de Montezillon, pour aller de là franchir le ravin du Merdasson, qui recueille les très maigres eaux du massif jurassique de Serroue.

Le peu d'élévation de la côte de Serroue explique, par la faible surface absorbante qu'il représente, l'aridité de cette zone de côte en fait d'eau ; les villages de Peseux, Corcelles, Cormondrèche et Bôle ont dû, pour cette cause, recourir à des eaux dérivées de loin pour s'alimenter. Rochefort jouit de l'eau que lui fournissent les masses glaciaires qui l'entourent et de celle de la combe de Verna, que l'on capte actuellement ; mais cette combe néocomienne est au revers de Serroue et n'appartient presque pas à la zone dont je m'occupe ici.

Du Merdasson aux Gorges de la Reuse, le matelas imperméable du vallon de Vert ne recueille presque rien, car les bancs verticaux jurassiques de Rochefort et les sagnes marécageuses quaternaires à l'ouest de ce village, enfin de grands amas de terrain glaciaire, absorbent les eaux avant leur descente jusqu'à l'affleurement marneux de Vert, et le peu qui y arrive se déverse dans les Gorges de la Reuse et alimente les suintements abondants et sources diverses que l'on constate en amont du passage étranglé conduisant au Chalet des Clées.

Passant du côté de Boudry, nous trouvons les sagnes ou marais de Boudry et de Bevaix, formées d'amas de terrain glaciaire, qui tapissent le crétacé et le jurassique et absorbent leurs eaux souterraines pour les rendre d'un côté au ruisseau de Boudry ou de Belmont, qui va se jeter dans la Reuse, en contournant la ville de Boudry, et de l'autre au ruisseau de la Tuilerie de Bevaix, qui se rend directement au lac.

A partir de cette zone commence la partie de côte absorbante jurassique alimentant les ruisseaux de Gorgier et de Saint-Aubin, ruisseaux qui vont me fournir l'occasion de suivre la marche des eaux souterraines, depuis les sommets de la Montagne de Boudry et du Crêt de la Chaille, et d'expliquer aussi exactement que possible leur arrivée à la surface. C'est près du château et dans des poches appelées tannes, à Gorgier, que l'eau vient sourdre et ne fait jamais défaut, même pendant les sécheresses les plus intenses ; une partie de ces eaux souterraines viennent aussi sourdre plus à l'ouest et alimentent le ruisseau de Saint-Aubin par une sortie analogue, mais sans perforation de marne ni formation de poches ou marmites glaiseuses, c'est-à-dire sans tannes quelconques.

Les figures 2 à 5 donnent en coupe la configuration des couches terrestres qui intéressent la question ; cette coupe passe par la Roche-Devant, si connue par la forme circulaire ou en quart de cirque de ses parois escarpées de jurassique et surtout par les amas considérables de neige accumulés par le vent en hiver, amas qui résistent au dégel jusqu'en mai et quelquefois jusqu'au commencement de juin, alors que les montagnes voisines sont dépouillées depuis plusieurs semaines de leur blanc et hivernal manteau.

Cette coupe (fig. 2) fait voir qu'une partie de la voûte jurassique s'est écroulée, très probablement à cause d'une fissuration du massif atteignant l'oxfordien, ayant permis l'entraînement et l'amollissement des argiles de celui-ci sur une certaine épaisseur par l'arrivée des eaux souterraines et le contact de l'air ; les bancs marneux supérieurs de l'oxfordien

devenant fluents, la masse superposée, vu sa forte déclivité, n'a pu se soutenir sur un appui ainsi lubrifié et mou, et s'est écroulé peu à peu, en formant les amas d'éboulis qui garnissent la base de l'escarpement.

Voilà une première circonstance géologique qui favorise singulièrement l'arrivage des eaux souterraines de la montagne en ce point, car au lieu d'être close comme ailleurs et ne permettre la descente des eaux que de fissure en fissure, de crevasse en crevasse, etc., la formidable échancrure de la Roche-Devant, faite dans la masse imprégnée, joue le rôle d'un véritable robinet ou d'une ventouse qui sollicite et attire dans sa direction les eaux souterraines de la montagne et de sa masse imprégnée.

Telle est une des premières causes, mais non la seule, qui favorisent la zone de Gorgier d'un abondant arrivage d'eaux souterraines aux dépens des zones immédiatement voisines, qui n'ont ni échancrures, ni ventouses spéciales implantées dans la masse alimentaire pouvant en sortir facilement les eaux.

Mais ce n'est pas tout : cette cause de succion des eaux souterraines de la montagne jusqu'aux sommets du Crêt de la Chaille, du Crêt aux Moines et même jusqu'au Soliat, favorisée par la déclivité des bancs récepteurs de l'oxfordien, ce que démontre l'allure et le relief des couches parallèles qui le recouvrent; cette cause de succion, enrichissant les éboulis souterrains de la Roche-Devant d'arrivages considérables d'eau, amènerait rapidement, vu la forte déclivité, le liquide dans les combes néocomiennes de Châtillon, Gorgier et Saint-Aubin, et les ruisseaux ainsi alimentés fourniraient en temps de sécheresse des étiages

de leurs eaux tout aussi déprimés qu'ailleurs. Il n'en est rien, grâce à un deuxième facteur qui vient dans cette occurrence aider à une régularisation considérable des eaux dont il est ici question.

Les éboulis récepteurs des eaux, qui garnissent le bas de la Roche-Devant, sont implantés pour ainsi dire dans des amas de terrains glaciaires qui en recouvrent et enveloppent le pied, et ces amas s'étendent fort loin de haut en bas, ainsi qu'au travers de la côte de Gorgier. Il n'est donc pas étonnant que les prés avoisinant la région dont il s'agit suent l'eau en plusieurs endroits et que des fontaines nombreuses et assez abondantes alimentent les fermes de la région, celle de l'école communale des Prises notamment, qui donne ordinairement 80 à 100 litres par minute, en donne encore aujourd'hui, par la déplorable et si exceptionnelle sécheresse qui afflige nos cultivateurs, plus de 50 litres dans le même temps.

La masse glaciaire, réceptrice en partie des eaux soutirées des crêts et hauts plateaux de la montagne par l'échancrure de la Roche-Devant, joue donc le rôle d'éponge de retenue de ces eaux et, en empêchant leur écoulement rapide superficiel, les restitue peu à peu de rechef à la zone inférieure; j'ai dit réceptrice en partie, car les masses rocheuses perméables, A jurassiques et A, valangiennes, continuent leur rôle d'adducteurs souterrains non seulement des eaux que lui fournit l'amas de terrain glaciaire superposé, mais encore de celle qui lui arrive directement des éboulis. Toutes ces eaux vont, comme partout ailleurs, reformer la nappe alimentaire des sources dont le niveau *ab* est variable d'altitude en chaque point de la côte.

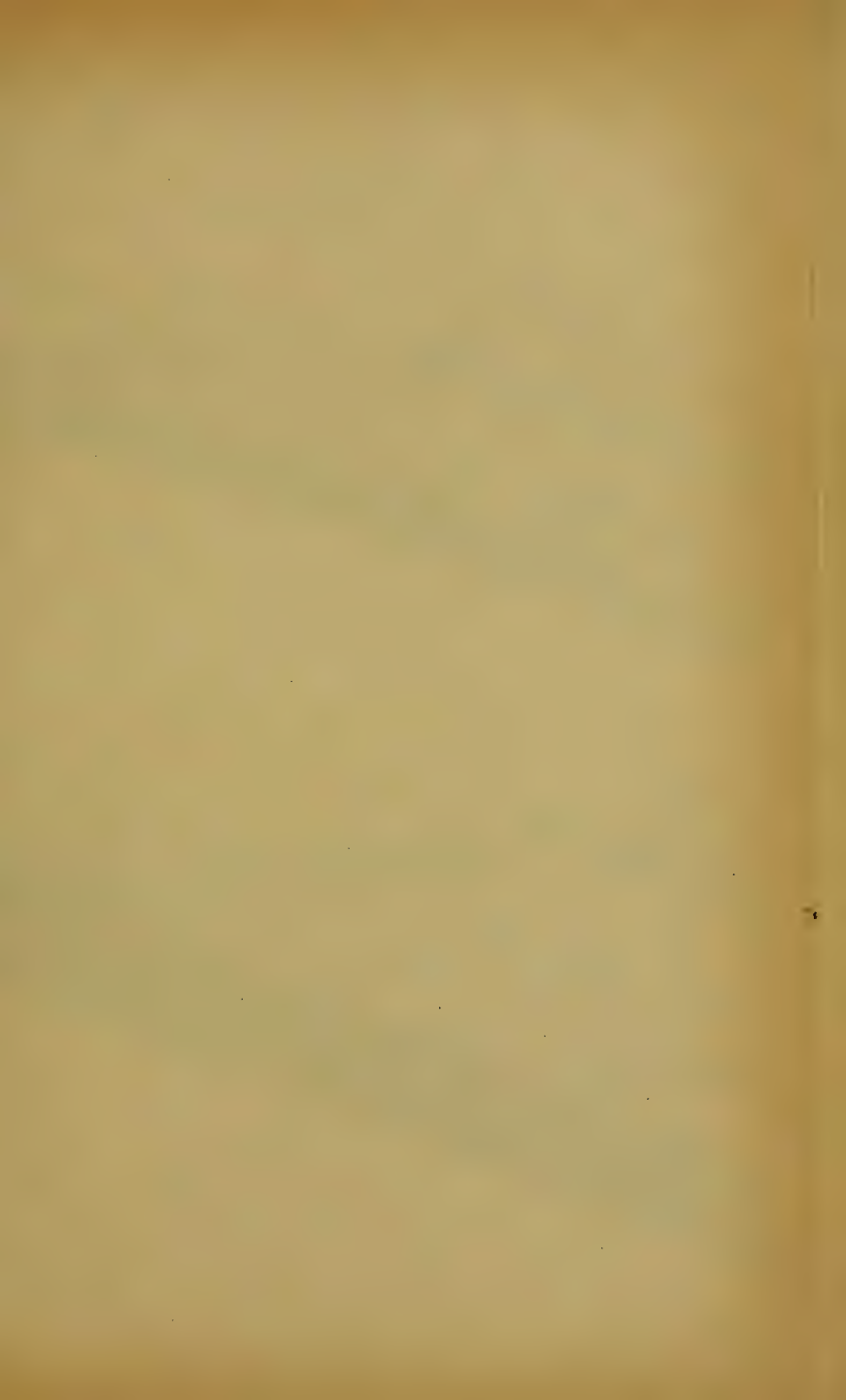
Mais avant d'aller plus loin et de passer à l'émergement des eaux à la surface, je tiens à mentionner une autre circonstance géologique favorable, qui dirige les eaux souterraines des hauteurs à l'est dans la même direction de Gorgier.

C'est la combe de Laguna, qui vient encore jouer le rôle de chenal adducteur de masses considérables d'eaux souterraines, dans la zone alimentaire des tannes de Gorgier et de la source du château. Cette combe de Laguna est enfoncée en travers dans la montagne, perpendiculairement à l'axe de la chaîne, et la pente des couches géologiques qui la forment va dans le sens du nord-ouest au sud-est; en conséquence cette direction en fait un émissaire considérable des eaux sur presque tout le travers de la montagne (voir fig. 3 et 4).

Dans le sens de la chaîne, la fig. 4 montre encore qu'une grande partie des eaux de la Montagne de Boudry est ramenée, grâce à la déclivité de l'est à l'ouest, de l'oxfordien retenant les eaux, dans la direction des eaux souterraines fournies par l'échancrure de la Roche-Devant.

Il serait possible, au moyen de quelques coupes en travers et en long, dont on aurait suffisamment de jalons par les escarpements des roches du Creux-du-Van sur son côté sud, de la Montagne de Boudry, de la Roche-Devant et enfin du Crêt de la Chaille, de déterminer exactement la surface alimentaire des eaux soutirées par l'échancrure éboulée de la Roche-Devant et par la combe de Laguna.

Il me reste, pour terminer cette communication et compléter mon étude, à décrire les divers modes de sortie des eaux de cette zone.



HYDROLOGIE DES SOURCES

DE GORGIER ET DE ST-AUBIN

par

G. Ratter, Ingénieur.

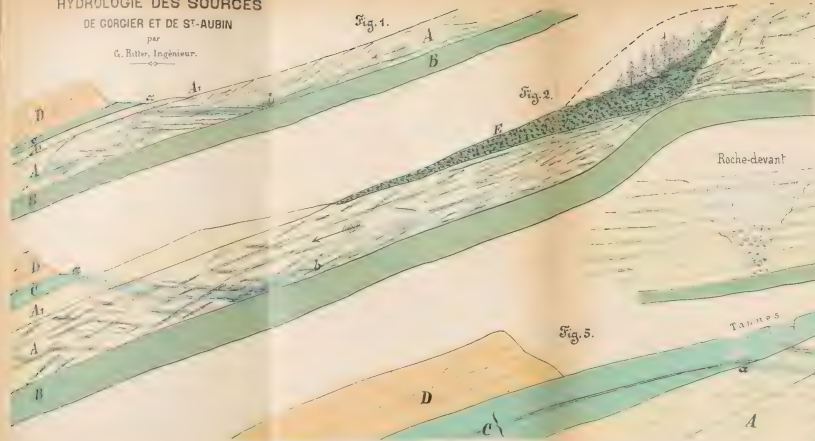


Fig. 3.
Coupe du Nord au Sud.

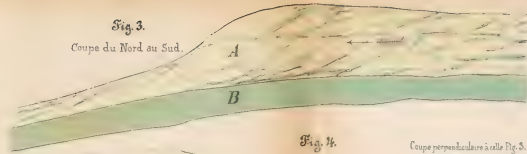


Fig. 4.
Combe du Lagua.
Coupe perpendiculaire à celle Fig. 3.



Liégende

- A. Jurassique supérieur.
- B. Oxfordien.
- C. Marne néocomienne.
- D. Crétacé jaune néocomien.
- E. Glaciaire.

Les sources de Saint-Aubin et celle du château de Gorgier n'offrent rien de particulier comme émergement. Celles de Saint-Aubin, au nombre de deux, occupent le point bas représenté dans la coupe typique (fig. 1) par *a* de la ligne *ab*, point bas de la combe néocomienne; cette dernière remonte à l'est jusqu'à l'étang des rasses Maret (voir la carte fédérale au $\frac{1}{25000}$) et à l'ouest dans la direction et même au delà de Montalchez.

On voit que la zone tributaire de ce point bas d'émergement des eaux souterraines de Saint-Aubin comprend une largeur de côte comprise entre 2500 et 3000 mètres, ce qui explique l'importance de ce ruisseau utilisé comme force motrice.

La source du château de Gorgier vient sourdre dans des conditions similaires aux précédentes, près du château, à une cote supérieure de quelques mètres de celle des tannes, ce qui explique encore pourquoi, puisant dans la même nappe, cette source est à sec en temps de sécheresse, alors que les tannes absorbent et livrent toute l'eau fournie en ce moment par la nappe alimentaire s'étendant à droite et à gauche.

Maintenant, terminons par l'explication des marmites ou tannes d'où jaillit l'eau des sources de Gorgier.

Le phénomène est fort simple : la marne néocomienne de retenue des eaux de la nappe souterraine est formée chez nous de bancs bleus inférieurs, compactes et absolument imperméables, et de bancs supérieurs gris, fortement chargés de rognons sablonneux, reliés par une gangue marneuse moins sablonneuse que le reste.

Or l'affleurement marneux qui retient la nappe souterraine à Gorgier affleure quelque peu obliquement sur les bancs perméables constituant la nappe alimentaire; il en résulte le profil représenté par la fig. 5.

La masse affleurante de marne bleue cesse en *a*, et de là l'affleurement de *a* en *c* est formé de marne grise au travers de laquelle l'eau s'est frayée des passages; grâce à sa perméabilité incomplète, l'eau, en perçant le banc de glaise pour se rendre à la surface, a délayé et entraîné un certain volume de matière autour de la cheminée primitive d'évacuation; cette érosion a cessé aussitôt que la marmite fut devenue suffisamment grande pour diminuer la vitesse de l'eau et annuler assez sa force érosive; en outre, les parois marneuses du vase sont, avec le temps, devenues imperméables par l'imprégnation sur une grande épaisseur et le gonflement de la gangue enveloppant les parties ou rognons sablonneux. De là l'état stable de résistance de ces vases naturels, récepteurs des eaux souterraines.

Il faut observer aussi que le banc marneux est sujet à devenir fluent par son imprégnation générale lors de très fortes chutes d'eau, et il ne serait pas impossible de voir, en cas de trombe, toute la masse glisser un beau jour dans le ravin du ruisseau en aval et priver la première usine, près des tannes, de son eau motrice.

On aperçoit fort bien des traces de coulage partant de certaines parties de l'affleurement qui tapisse la combe à l'ouest du village de Gorgier.

La zone d'alimentation des sources de Gorgier s'étend au haut de la montagne et de sa côte, sur 3 à

4 kilomètres de largeur, et les combes néocomiennes de la Fin de Villars à l'ouest du village et celles se dirigeant vers Châtillon à l'est, qui la limitent au sud, s'étendent sur 2 à 2,5 kilomètres de largeur. Les tannes de Gorgier sont donc le point bas de la nappe alimentaire; cette largeur de combe suffit, grâce à l'échancrure absorbante de la Roche-Devant et à la combe de Lagua, pour ramener les eaux d'une plus grande largeur en montagne dans les tannes de Gorgier et les sources de Saint-Aubin.

J'ai cru la chose suffisamment intéressante pour en faire l'objet d'une communication à notre Société, quoique les faits cités ne soient pas de première importance en hydrologie.



PROPRIÉTÉS HARMONIQUES

DES MIROIRS ET DES LENTILLES

PAR L. ISELY, PROFESSEUR

(Communication faite dans la séance du 9 février 1893)

En parcourant un grand nombre de traités de physique, notamment ceux de Lamé, de Ganot et de Jamin, nous avons été surpris de n'y trouver aucune application de la théorie si élégante des harmoniques à l'étude mathématique des miroirs et des lentilles. C'est une lacune à combler. Nous espérons que cette communication y contribuera quelque peu.

Rappelons, tout d'abord, les principaux résultats fournis par la méthode des harmoniques.

Soient trois quantités a, b, c , telles que $a > b > c$. On dit qu'elles sont en *proportion harmonique* lorsque l'excès de la première sur la deuxième est à l'excès de la deuxième sur la troisième comme la première est à la troisième. Par exemple, les nombres 6, 3 et

2 sont en proportion harmonique, car $\frac{6-3}{3-2} = \frac{6}{2}$.

Cette expression est empruntée à l'acoustique. On sait, en effet, que les longueurs à donner à la corde d'un sonomètre pour rendre les trois notes de l'accord parfait majeur, *ut, mi, sol*, sont 1, $\frac{4}{5}$, $\frac{2}{3}$, et ces nombres jouissent de la propriété ci-dessus indiquée.

La proportion harmonique $\frac{a-b}{b-c} = \frac{a}{c}$ peut se transformer ; elle donne alors naissance à une relation dont on reconnaitra aisément l'importance. Faisant disparaître les dénominateurs, on trouve :

$$2ac = ab + bc$$

d'où, en divisant les deux membres par le produit abc ,

$$\frac{2}{b} = \frac{1}{c} + \frac{1}{a}.$$

C'est une des formules capitales de l'optique. On en fait un usage fréquent dans la théorie des miroirs et des lentilles.

b est la *moyenne harmonique* entre a et c . Cette moyenne se calcule à l'aide de l'expression :

$$b = \frac{2ac}{a+c}.$$

On donne, par extension, le nom de *points harmoniques* à quatre points A, B, C, D, situés sur la même droite, et tels que les trois segments comptés à partir de l'un d'eux et terminés aux trois autres sont en proportion harmonique.

La géométrie et la physique nous offrent de nombreux exemples de points harmoniques. Tels sont les extrémités d'un côté d'un triangle et les points de rencontre de ce côté avec les bissectrices de l'angle opposé et de son supplément ; — les centres de deux cercles et leurs centres de similitude directe et inverse ; — le sommet et le centre de courbure d'un miroir sphérique, le point lumineux et le foyer, etc.

Lorsqu'il s'agit de quatre points de cette nature, la proportion harmonique peut s'écrire autrement. En y remplaçant les termes par leurs valeurs segmentaires, elle devient :

$$\frac{AC}{BC} = \frac{AD}{BD},$$

ou, en tenant compte des signes des segments,

$$\frac{AC}{BC} = - \frac{AD}{BD}.$$

On dit alors que les points A et B divisent *harmoniquement* la distance CD, ou bien qu'ils sont *conjugués harmoniques* par rapport à C et à D. Réciproquement, ceux-ci sont conjugués harmoniques relativement à A et à B.

Toute division harmonique se compose ainsi de deux couples de points conjugués. Il résulte de la proportion précédente que ces couples se croisent, de façon que si le point C, par exemple, tombe entre A et B, son conjugué D se trouve au dehors, et *vice versa*. A et B se comportent de la même manière par rapport à C et à D (fig. 1).

Il est utile, pour la suite, d'examiner les diverses dispositions des points conjugués relativement les uns aux autres. A cet effet, les points A et B étant supposés fixes, voyons comment le point D se mouvra sur la droite AB, à mesure que son conjugué C se déplace sur la même ligne.

Supposons, tout d'abord, le point C à l'infini. Le rapport $\frac{AC}{BC}$ se réduira à l'unité, et par suite $\frac{AD}{BD} = -1$, c'est-à-dire que D sera le milieu M du segment AB.

Ainsi le *conjugué harmonique du point de l'infini est le milieu de la distance des deux autres points conjugués.*

A mesure que C se rapprochera de B, le point D en fera de même; et, lorsque C et B coïncideront, BC, et par suite BD, seront nuls tous les deux. Il y aura donc en B *superposition de trois points harmoniques.*

Le point mobile C passera ensuite à l'intérieur de AB; son conjugué se trouvera alors à l'extérieur, du même côté que B par rapport au milieu M; et, lorsque C coïncidera avec M, le point D s'éloignera à l'infini.

Le point C se mouvant entre M et A, le conjugué D reviendra de l'infini, du même côté que A par rapport à M (une droite, dans la géométrie moderne, n'a qu'un point à l'infini); et, lorsque C arrivera en A, D y arrivera en même temps. Il y aura donc de nouveau, à l'autre extrémité A du segment AB, *trois points harmoniques superposés.*

C se plaçant enfin à gauche de A, D restera entre A et M, et coïncidera de nouveau avec ce dernier lorsque C sera à l'infini.

Le point lumineux et le foyer conjugué d'un miroir sphérique se comportent exactement de la même manière, par rapport aux centres de courbure et de figure du miroir.

Lorsque trois points A, B, C sont donnés sur une droite, il est facile d'en trouver un quatrième D formant avec eux une division harmonique. On recourt, à cet effet, à une propriété du quadrilatère complet, d'après laquelle chaque diagonale est l'axe d'une division harmonique dont font partie deux sommets de la figure et deux points diagonaux. Il suffira donc

de considérer A et B comme deux sommets et, C étant pris pour point diagonal, de construire le point diagonal correspondant, ce qui se fait au moyen de la règle seulement. On mène par A, par exemple (fig. 2), deux droites quelconques 1 et 2 que l'on coupe par une troisième 3, également quelconque, issue de C. On joint les points d'intersection à B par une quatrième et une cinquième droites 4 et 5, qui rencontrent les deux premières en deux nouveaux points. Jointes l'un à l'autre, ces points nous donnent une sixième droite 6, qui va aboutir au point cherché D, conjugué harmonique de C. Cette construction, purement linéaire, est la plus usitée.

Toutes les considérations qui précèdent s'appliquent directement aux miroirs et aux lentilles.

Supposons, en premier lieu, un miroir sphérique *concave* de grande ouverture. On sait alors que les rayons réfléchis infiniment voisins se coupent en des points situés sur une courbe appelée *caustique*. Cette courbe a un point de rebroussement sur l'axe du miroir et, dans le cas où le point lumineux est à l'infini, elle se transforme en une épicycloïde. *Petit* a indiqué un moyen assez simple de construire cette courbe par points. Soit PA un rayon incident (fig. 3) d'une longueur égale à p ; soient, en outre, AB = $\frac{1}{2}a$ le segment intérieur de ce rayon, et p' la distance de A au point M de la caustique sur le rayon réfléchi.

On démontre aisément que :

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{p'} = \frac{1}{a}$$

ou

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{p'} = \frac{2}{2a},$$

Fig. 1.

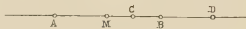


Fig. 2.

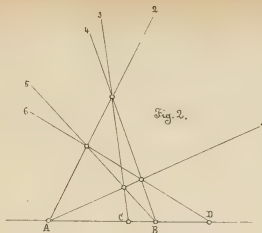


Fig. 3.

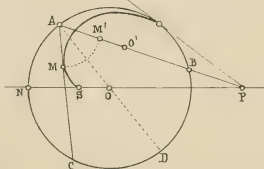
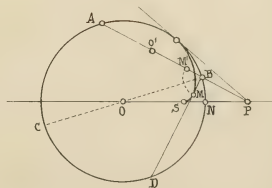


Fig. 4.



$2a$ étant la moitié du segment intérieur du rayon incident. Il suffira donc de mesurer p et a , et l'on déduira de la formule précédente la valeur de p' , et, par suite, la position du point M de la caustique. Le point de rebroussement S se construirait de la même manière; le rayon incident étant alors dirigé suivant l'axe du miroir, on a $2a=r$, le rayon de courbure. La longueur p' est donc donnée par la formule :

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{p'} = \frac{2}{r}.$$

Telle est la méthode de Petit, généralement mentionnée dans les traités d'optique. Il nous semble que la construction suivante, purement géométrique, est plus avantageuse.

Comparant la relation qui caractérise les points de la caustique, et que l'on peut à juste titre considérer comme son équation, à la formule :

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{c} = \frac{2}{b},$$

déduite de la proportion harmonique, on voit que les quantités p , p' et $2a$, ou r , sont en proportion harmonique, $2a$ ou r étant la *moyenne harmonique* entre p et p' . Désignons donc par O' le milieu de la corde AB; les points A, O' , M' , P sont harmoniques, M' étant l'extrémité du segment $AM' = AM = p'$. A et O' sont conjugués, ainsi que P et M' . Connaissant les trois points A, O' et P, on déterminera linéairement le quatrième harmonique M' , qu'on ramènera à l'aide d'un arc de cercle sur le rayon réfléchi, en M. M sera un point de la caustique. Les autres points de cette courbe s'obtiendront de la même façon. En

particulier, le point de rebroussement S sera le conjugué de P, par rapport aux centres de courbure et de figure du miroir.

Considérons, en second lieu, un miroir concave de petite ouverture, c'est-à-dire dont l'angle au centre ne dépasse pas 8 ou 9°. La caustique se réduit alors à un point, et S se nomme le *foyer conjugué* du point P. Le foyer est donc, comme dans le cas précédent, le conjugué harmonique du point éclairant, par rapport aux centres du miroir, et se construit aussi à l'aide du quadrilatère complet.

Soient O et N les centres de courbure et de figure du miroir (fig. 3), P le point lumineux et S son foyer conjugué, ou son image. Ces quatre points, étant harmoniques, pourront prendre l'une ou l'autre des positions que nous avons indiquées précédemment. Nous aurons donc les cas suivants :

1^o Le point lumineux P est à l'infini, c'est-à-dire que les rayons incidents sont parallèles à l'axe. L'image sera le milieu de la distance des centres O et N ; on l'appelle alors *foyer principal*.

2^o Le point lumineux se rapproche du centre de courbure ; l'image s'approche de ce point en même temps, et lorsque le point lumineux coïncide avec O, l'image coïncide avec lui. Il y a au centre de courbure trois points harmoniques superposés.

3^o P est entre le centre et le foyer principal, l'image se fait alors de l'autre côté du centre.

4^o Le point lumineux est au foyer principal. L'image est rejetée à l'infini, c'est-à-dire que les rayons réfléchis sont parallèles à l'axe.

5° Le point P est entre le foyer principal et le sommet du miroir; son conjugué se trouve alors de l'autre côté du sommet, et l'image est *virtuelle*.

6° Le point lumineux coïncide avec le sommet N, ou le centre de figure. L'image coïncide aussi avec ce point.

7° P passe de l'autre côté du sommet; le miroir devient *convexe*, et l'image, se faisant entre le sommet et le foyer principal, est toujours *virtuelle*.

On peut donc répéter sur les miroirs sphériques convexes l'étude que nous venons de faire au sujet des miroirs concaves. Les points de la caustique se construisent comme précédemment (fig. 4). Ces points sont *virtuels*.

Lorsque l'angle au centre du miroir est suffisamment petit, la caustique se réduit sensiblement à un point. On peut dire alors que ce point est un foyer virtuel unique. Sa distance p' au sommet du miroir se calcule au moyen de l'expression :

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{p'} = -\frac{2}{r}.$$

Les lentilles donnent lieu à des considérations du même genre.

On sait que, si les surfaces qui limitent une lentille ne sont pas de petites portions des sphères dont elles font partie, le lieu des intersections successives des rayons émergents est une courbe, appelée *diacaustique*, analogue à la caustique par réflexion ou *catacaustique*¹. De là résulte une cause de confusion

¹ Ces courbes, découvertes par *Tschirnhausen*, en 1682, ont été tout spécialement étudiées par *Malus* et *Sturm*.

des images, à laquelle les physiciens donnent le nom d'*aberration de sphéricité*, et dont ils diminuent les effets en plaçant, devant la lentille, un diaphragme découpé de manière à intercepter les rayons venant des bords.

La diacaustique a un point de rebroussement et, dans le cas particulier où l'ouverture de la lentille ne dépasse pas 10 à 12 degrés, elle se réduit à ce point, c'est-à-dire que les rayons émergents vont très sensiblement concourir en un point, réel ou virtuel, appelé *foyer*.

Considérons tout d'abord un faisceau de rayons parallèles à l'axe principal; le point où vont concourir les rayons émergents est le *foyer principal*. Nous le désignerons par F. Sa distance à la lentille est la *distance focale principale* f . Cette distance se détermine par l'expression :

$$\frac{1}{f} = (n-1) \left(\frac{1}{r} + \frac{1}{r'} \right),$$

n étant l'*indice de réfraction* de la substance de la lentille, r et r' ses rayons de courbure.

Dans les lentilles ordinaires, qui sont de *crown-glass*, verre dont l'indice est sensiblement égal à $\frac{3}{2}$, la formule ci-dessus se réduit à

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{r} + \frac{1}{r'} \right).$$

La distance focale principale peut donc, dans ce cas, être considérée comme la *moyenne harmonique* entre les deux rayons de courbure de la lentille. Cette remarque permet de trouver une construction géométrique très simple du foyer principal.

Dans le cas, plus spécial encore, où les rayons r et r' sont égaux, la lentille prend une forme régulière ou symétrique et l'on a :

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{r}.$$

Le foyer principal coïncide donc très *approximativement* avec l'un des centres de courbure.

Considérons maintenant un point P, situé sur l'axe principal, à une distance p du centre optique de la lentille. Les rayons, issus de ce point, viennent sensiblement concourir en un point, réel ou virtuel, qui est le *foyer conjugué* P' de P, et réciproquement. Soit p' sa distance au centre de la lentille.

Il existe, comme on le démontre en physique, une relation entre p , p' et f . Cette relation, qui est *harmonique*, est la suivante :

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{p'} = \frac{1}{f}.$$

C'est l'équation aux foyers conjugués.

Il résulte de là que $2f$ est *moyenne harmonique* entre p et p' . Ainsi le double de la distance focale principale est égal à la moyenne harmonique des distances focales conjuguées.

Dans le cas où $f = r$, la formule précédente deviendrait :

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{p'} = \frac{1}{r}.$$

C'est ce qui arrive, comme nous l'avons dit plus haut, dans les lentilles régulières faites de *crown*.

UNE VISITE AU SANATORIUM DE LEYSIN

PAR H. ALBRECHT, D^r-MÉD.

(Communication faite dans la séance du 6 avril 1893.)

Dans le traitement de la tuberculose, les stations d'altitude jouent depuis quelques années un rôle considérable. Autrefois, les poitrinaires allaient chercher leur guérison aux rives enchantées du bassin de la Méditerranée, des lacs italiens, du Léman, au Tyrol, en Egypte ou dans les îles de l'Océan. Le but de ces voyages était d'assurer aux malades le séjour prolongé au grand air. Cependant les progrès de la bactériologie ont eu pour résultat la démonstration que le séjour dans un climat chaud ne convient pas à tous les tuberculeux sans distinction, c'est-à-dire à ceux d'entre eux chez lesquels la suppuration et la destruction du tissu pulmonaire sont déjà avancées et où il importe de leur faire respirer un air aussi dépourvu de germes que possible et en dernier lieu à ceux qui ne sont encore que menacés par la tuberculose, les anémiques, les dyspeptiques et les scrofuleux. Ces idées nouvelles ont engagé un nombre toujours croissant de malades à se transporter vers les montagnes. Au fur et à mesure que les moyens de communication se perfectionnaient, que de larges et belles routes, des chemins de fer même, s'établissaient là où passait autrefois péniblement un cheval ou un mulet, on redoutait de moins en moins d'émi-

grer vers les stations d'altitude. Aujourd'hui, elles sont en vogue dans le vrai sens du mot.

Elles se divisent en trois zones principales : la zone subalpine, de 700 à 1300 mètres d'altitude ; la zone alpine, de 1300 à 1900 mètres, et la zone hyperalpine, qui se trouve au-dessus de la précédente. La première de ces zones compte en Suisse un grand nombre de stations, celles de la seconde et troisième zones, par contre, sont moins nombreuses, car si l'homme bien portant peut séjourner sans danger à des altitudes voisines de 2000 mètres, les inconvénients deviennent trop considérables pour les phthisiques, au moins dans nos climats. Dans l'Amérique du Sud, au contraire, on se porte bien, après une courte acclimatation, à une altitude de 4000 mètres. La limite la plus favorable pour les malades tuberculeux de nos climats est donc celle de 1400 à 1500 mètres d'altitude.

Jusqu'à présent, la Suisse orientale a eu presque le monopole des hautes stations. Après Davos-Dörfli et Davos-Platz, dont la renommée est universelle, sont venues celles de Wiesen, Saint-Moritz, la Maloja, Andermatt, Arosa, et depuis peu Clavadel, près Davos. Par contre, il n'en existe point ou presque point dans la Suisse romande. Les stations du Sépey (979 mètres), des Avants (979 mètres), de Château-d'Œx (994 mètres), Gryon (1107 mètres), Morcles (1162 mètres), Ormonts-Dessus (1163 mètres), sont, comme les premières que je viens de nommer, trop basses pour appartenir à la zone d'immunité phthisique ou trop difficilement accessibles ou enfin trop mal montées pour un séjour d'hiver. Il était urgent que cela changeât, et grâce à l'entente survenue entre

quelques médecins et capitalistes de la Suisse romande et de France, le changement si désiré a eu lieu.

Après de longues recherches, on s'arrêta au choix de Leysin.

Leysin est l'un des villages les plus élevés du canton de Vaud. Son altitude est de 1264 mètres, soit de 850 mètres au-dessus de la vallée du Rhône. Le plateau sur lequel est construit le village est situé au pied de la chaîne des Tours d'Aï et mesure 2 à 3 kilomètres de longueur sur une largeur de 400 mètres à 1 kilomètre. Il est incliné du nord-ouest au sud-est et son orientation est celle du cours inférieur de la Grande-Eau, c'est-à-dire du nord-est au sud-ouest. Au nord et au nord-ouest, le plateau est dominé par la haute muraille des Tours d'Aï et de Mayen, qui protègent, avec leurs 2000 mètres d'altitude, Leysin contre les vents de l'ouest et du nord-ouest. A l'est et au sud, de petites collines boisées le séparent de la vallée de la Grande-Eau et des pentes rapides qui dominent la ville d'Aigle. On jouit de Leysin d'une vue admirable sur les Alpes vaudoises et le groupe de la Dent du Midi.

Le village existe depuis fort longtemps. L'église date de 1445. Il n'y a que 500 habitants environ. La durée moyenne de la vie y est de 50 ans.

On allait à Leysin depuis bien des années pendant quelques mois d'été pour respirer le bon air de la montagne; quelques phthisiques y passaient même la saison rigoureuse, mais pour en faire une véritable station d'hiver, le confort nécessaire faisait absolument défaut. Pas de maisons en pierre, partout des chalets en bois. Plus tard seulement fut bâtie la pension de M^{lle} Cullaz.

Là, au moins, on trouvait un gîte convenable, des chambres et des meubles confortables, des tapis, de bons lits et un chauffage suffisant, mais la place ne tarda pas à manquer. Les autres chalets n'étaient pas assez bien montés pour des malades qui n'avaient pas à compter avec la dépense et dont l'état exigeait des égards et des soins minutieux. Il fallait donc songer à construire un hôtel spacieux et répondant aux dernières exigences de l'hygiène contemporaine, si l'on voulait attirer une clientèle solide à Leysin. C'est ce que fit le consortium dont j'ai parlé plus haut. Il se décida à bâtir le « Sanatorium » tel qu'il existe aujourd'hui. Il est ouvert aux malades depuis le mois d'août 1892.

Une visite que je fis à Leysin, du 12 au 15 janvier de cette année, me permit de voir ce bel établissement dans tous ses détails.

Il est situé à 1450 mètres au-dessus du niveau de la mer, adossé au pied de la Tour d'Aï, orienté dans la direction du sud-est, entièrement construit en pierre sur les plans et sous la direction de M. Verrey, architecte à Vevey. La circonstance que le Sanatorium est à 200 mètres plus haut que le village lui donne une grande supériorité sur ce dernier en ce qui concerne l'insolation.

Le Sanatorium contient 110 chambres avec 125 lits; 90 de ces chambres sont en plein midi, les autres à l'est et à l'ouest. Au nord, il n'y a que les chambres pour le personnel et les locaux de service.

Le chauffage et la ventilation des chambres à coucher et des salons sont assurés par le système « Bechem et Post », chauffage à vapeur à basse pression.

L'eau potable vient des sources de Bryon, au pied des Tours d'Aï. C'est une eau excellente et très pure. En très basses eaux, son volume est de 180 litres par minute avec 125 mètres de hauteur de chute. En dehors des usages domestiques, elle actionne un ascenseur d'une grande précision.

Les eaux ménagères et d'égouts sont emmenées par une large conduite jusqu'au delà du village de Leysin dans un petit ruisseau qui coule à 300 mètres au-dessous du Sanatorium.

L'éclairage de l'établissement se fait au pétrole. Plus tard, on espère y substituer la lumière électrique.

Au rez-de-chaussée, une enfilade de salons de conversation, de lecture, de dames, de billard et l'immense salle à manger se suivent dès qu'on a franchi la double porte d'entrée et le confortable vestibule. Partout on rencontre une élégance sobre et de bon goût, une propreté minutieuse.

Communiquant avec le rez-de-chaussée, on trouve une vérandah couverte, en plein midi, où les malades se tiennent étendus sur des chaises longues, bien chaudement enveloppés de couvertures et de châles de la tête aux pieds, pour résister au froid intense qui règne à cette saison. Ce séjour prolongé au grand air et sans faire de mouvements donne de très bons résultats chez les malades faibles ou menacés d'hémorrhagies pulmonaires.

Un escalier monumental en marbre donne accès aux étages où sont les chambres à coucher et les salons particuliers. De nombreux balcons et une grande terrasse au premier étage permettent aux malades de respirer le grand air et de jouir de la vue

sans se déranger. L'ascenseur leur rend dû reste le déplacement facile.

Au premier étage sont également installées les douches et chambres de bain.

Le toit de la maison est plat et couvert de ciment de bois, matière incombustible.

Le sous-sol de l'établissement renferme les cuisines, les locaux pour la garde des provisions, quelques chambres à coucher pour domestiques et les appareils de chauffage, chaudière, etc.

Un mot à propos des provisions : quelques journaux ont répandu cet hiver le bruit que le Sanatorium de Leysin était bloqué par les neiges et que les malades étaient menacés de disette. Si vous aviez vu, comme moi, quelques jours avant la forte chute de neige, les amas de provisions de bouche de toute sorte, vous auriez constaté que les hôtes du Sanatorium peuvent supporter un blocus en règle sans manquer du nécessaire un seul instant.

Un médecin permanent, attaché à l'établissement, dirige le côté médical de l'entreprise.

A quelques cents pas de l'hôtel se trouve une bonne pharmacie.

Ainsi monté, le Sanatorium de Leysin peut lutter de pair avec tout établissement du même genre, et pour nous autres, Suisses romands, il présente l'immense avantage d'un accès prompt et facile. En quelques heures de chemin de fer et deux heures et demie de voiture ou de poste par le Sepey, on y arrive sans fatigue notable. Comparez à cela le long voyage qu'un malade doit faire de chez nous à travers la Suisse orientale pour se rendre à Davos, par exemple.

Je joins à ces notes quelques détails météorologiques sur la station de Leysin. J'étudierai successivement :

1. l'insolation et la clarté du ciel ;
2. la température ;
3. le régime des vents ;
4. l'humidité relative ;
5. les précipitations atmosphériques.

Je serai très bref, parce que les observations ne s'étendent pas encore sur une longue suite d'années ; elles suffisent cependant pour se faire une opinion sur la valeur de Leysin comme station d'hiver pour les malades.

1. *Insolation.* — Les heures de soleil sont très nombreuses à Leysin. Un enregistreur solaire, placé au milieu de la grande terrasse du premier étage du Sanatorium, en rend compte. Il est composé d'une grosse sphère en cristal, formant lentille, et d'un pied à support concave, renfermant une bande de carton préparée et munie d'une échelle divisée que viennent brûler les rayons du soleil, convergés par la sphère de cristal. C'est un cadran solaire sur lequel le soleil inscrit lui-même son passage par une trace noircie ou complètement brûlée, suivant l'intensité de ses rayons. Grâce à la division par demi-heures de la bande de carton, il est facile de calculer le nombre d'heures et même de minutes pendant lesquelles le soleil a brillé dans la journée. On obtient ainsi des indications précises sur l'insolation quotidienne. La clarté du ciel est en relation intime avec les données de l'enregistreur solaire, sans que cependant la clarté du ciel et l'intensité du soleil soient identiques. J'ai

été surpris d'apprendre par le Dr Lauth, médecin de l'établissement, que, pour les deux journées radieuses des 12 et 13 janvier, que j'ai passées au Sanatorium, l'héliographe n'ait indiqué que $5\frac{3}{4}$ heures de soleil pour le 12 et $3\frac{3}{4}$ h. seulement pour le 13 janvier. Il y avait en effet, le 13, un peu de brouillard çà et là, mais transparent, sans couvrir le ciel, et cependant ces quelques vapeurs dans l'air ont suffi pour affaiblir l'intensité du soleil. Malgré la sensation de bien-être et de chaleur que j'y ai éprouvée, l'astre n'était pas assez brillant pour marquer plus longtemps son passage sur le carton.

Le Dr Louis Secrétan, de Lausanne, a fait des expériences semblables.

2. *Température.* — La température n'a pas, pour le malade qui passe l'hiver à la montagne dans de bonnes conditions de logement et de chauffage, une importance aussi grande qu'on serait tenté de le croire. Certes, les extrêmes sont fâcheux. Un climat rigoureux ferait sentir trop vivement la différence de température entre l'ombre et le soleil et serait la cause de nombreux refroidissements. Un climat trop chaud aurait l'inconvénient d'amener de fréquentes alternatives de gel et de dégel, ce qui est surtout fâcheux pour les chemins. Un froid moyen est ce qui convient le mieux aux malades. L'air froid est tonique et stimule l'appétit.

Ce qui distingue le climat de Leysin de celui d'autres stations de même altitude, c'est que les minima nocturnes n'y sont pas très bas. Jamais le thermomètre n'est descendu au-dessous de -19° C. A Davos, un minimum nocturne de -25° C. n'est pas rare, tandis

que la moyenne du minimum nocturne à Leysin oscille entre -6° et -9° C.

La moyenne de 7 heures du matin est déjà de 2 à 3 degrés plus forte que le minimum nocturne; minimum en février 1889 $-5,7$, maximum $+2,1$.

La moyenne de 10 heures du matin est notablement plus élevée que celle de 7 heures; minimum $-3,4$, en février 1889.

Celle de 1 heure de l'après-midi est naturellement la plus chaude; minimum en février 1890 $-1,9$, maximum $+6,5$.

Celle de 4 heures se rapproche de celle de 10 heures du matin, mais elle est plus froide.

Leysin a un climat plus chaud et surtout plus égal que Davos, la différence entre les minima nocturnes et les températures du milieu de la journée étant moins considérable.

3. *Régime des vents.* — La meilleure condition possible pour le séjour des malades à l'air libre serait le calme absolu de l'atmosphère, l'absence de vents. Malheureusement, il n'y a pas de stations où cet idéal soit réalisé. A Leysin, pas plus que dans les autres stations analogues, l'air n'est constamment tranquille; cependant le calme de l'atmosphère y est relativement fréquent. La proportion des observations de calme a atteint pendant l'hiver 1887-1888 $77,4\%$;
1888-1889 $82,9\%$;
1889-1890 $88,7\%$.

En mars 1888, il est descendu à 58% ; en novembre 1889, il est monté à $91,7\%$.

Quant à l'intensité des courants atmosphériques, on a constaté que les forts vents sont une grande

rareté. On les a observés seulement 1 fois en 1887 ;
3 » 1888 ;
5 » 1889 ;
2 » 1890.

Le föhn seul peut devenir assez violent, mais il est de courte durée.

Quant à la direction des vents, ce sont ceux du sud et du sud-ouest qui dominant à Leysin. Ils coïncident avec l'arrivée du mauvais temps. Les courants si désagréables à Davos, connus sous le nom de « thalwind », ne se font pas sentir à Leysin.

4. *Humidité relative.* — Elle est très faible à Leysin, ce qui rend le climat d'hiver de cette station sec. On explique ce fait par la circonstance que l'air humide ne stationne pas à Leysin, mais il glisse pour ainsi dire sur les pentes pour descendre dans les profondeurs de la vallée de la Grande-Eau.

5. En ce qui concerne les *précipitations atmosphériques*, elles varient beaucoup d'un hiver à l'autre et d'un mois à l'autre. Les extrêmes ont été enregistrés en février 1889 avec 37,5 % de pluie ou de neige, et en février 1890 avec 0,9 %. La seconde quinzaine d'octobre est d'ordinaire mauvaise. La pluie, le vent et la neige alternent fréquemment. C'est la période d'invasion de l'hiver. Pendant les mois de novembre, décembre, janvier, février et la première quinzaine de mars, la neige recouvre le sol. A partir du 15 mars, la fonte des neiges commence et elle est considérablement activée, si le föhn se met de la partie. Cependant des retours de froid sont fréquents et ce n'est que vers la fin d'avril que la fonte se termine définitivement.

OUVRAGES CONSULTÉS :

1. Leysin et la cure alpine d'hiver, par le Dr Louis Secrétan, médecin de l'hôpital cantonal de Lausanne.
2. Climatologie hivernale de Leysin. Observations météorologiques de 1887 à 1890, par le même auteur.
3. La Suisse balnéaire, par le Dr de la Harpe, à Lausanne.
4. Revue médicale de la Suisse romande, n° 2, de février 1893 ; le climat d'altitude, ses facteurs, son action sur l'homme, par le Dr E. de la Harpe, *privat-docent*, à Lausanne.
5. Diverses communications orales et écrites de M. le Dr Morin, à Colombier, et de M. le Dr Lauth, médecin du Sanatorium de Leysin.



LE ROSA SABINI (Woods)

PLANTE NOUVELLE POUR LA FLORE NEUCHATELOISE

PAR ED. CORNAZ, D^r-MÉD.

(Communication faite dans la séance du 15 juin 1893)

Les genres qui sont devenus l'apanage de spécialistes, tels que *Rubus*, *Potentilla*, *Rosa*, *Alchemilla*, *Hieracium*, *Mentha*, ont vu se multiplier tellement leurs soi-disant espèces, sous-espèces et variétés, qu'on accueille avec défiance l'annonce de formes nouvelles. Pour les Roses, en particulier, un des botanistes suisses qui ont le plus étudié ce genre, mon regretté maître, le professeur Ch^s-H^{ri} Godet, écrivait ce qui suit dans le *Supplément de la Flore du Jura* (Neuchâtel, 1869, p. 78-79): « Chaque botaniste a apporté son contingent de nouvelles espèces, quelques-uns abusant de la liberté et décorant de noms nouveaux les formes de leurs localités, sans s'inquiéter si elles ne peuvent pas s'identifier avec des formes déjà connues et déjà décrites; aussi la nomenclature des Roses est-elle devenue un labyrinthe inextricable. » Et, depuis l'époque où il écrivait, combien le fourré de buissons en question n'est-il pas devenu plus touffu encore! Huit ans plus tard, M. Alf. Deséglise publiait son *Catalogue raisonné et énumération méthodique des espèces du genre Rosa pour l'Europe, l'Asie, l'Afrique*, qui démontre les exagérations auxquelles on devait arriver: en dernier lieu ce botaniste comptait, dit-on, environ 2000 espèces de ce genre.

Un tel état de choses doit nécessairement, tôt ou tard, amener une réaction, et pour le genre *Rosa*, après que le Dr H. Christ (*Die Rosen der Schweiz*, u. s. w., Basel 1873) et d'autres savants après lui eurent commencé à réunir en un petit nombre d'espèces les nombreuses formes décorées de noms, elle s'est produite sous la plume monographique de M. F. Crépin, directeur du Jardin botanique de l'Etat, à Bruxelles, réaction qui va probablement trop loin pour quelques espèces généralement admises, mais qui n'en rendra pas moins les plus grands services à l'étude sérieuse de ce genre.

J'avais eu l'intention de reprendre les Roses jurassiques d'après les travaux de ce savant belge, et de vous soumettre un petit travail à ce sujet : un voyage en Italie m'en a empêché pour le moment.

Si donc je viens aujourd'hui attirer l'attention sur le *Rosa Sabini* (Woods), c'est parce que cette belle hybride n'avait pas encore été signalée dans notre canton, bien qu'elle l'ait été sur plusieurs points du Salève (Reuter, Chavin et Rapin), à la Ravellenfluh antérieure, près d'Œnsingen, dans le Jura soleurois (Christ) et au Lägern (Gremli). Elle passe pour être le produit d'un croisement entre le *R. pimpinellifolia* (L.) et le *R. tomentosa* (Smith). L'absence de la première de ces deux espèces dans les Alpes suisses fait qu'on n'y a pas observé l'hybride en question, et il y a dès lors lieu de se demander ce qui en est de la forme trouvée aux cases d'Allières par M. le curé Cottet, et que Ch^s-H^{ri} Godet regardait comme parfaitement conforme au *R. sabauda* (Rapin) du Salève.

Comme synonyme, citons en effet le *R. sabauda* (Rapin), dont le type est une simple variété du *R.*

Sabini (Woods). Quant au *R. coronata* (Crépin), indiqué également comme synonyme par Christ, il en est fort voisin, mais n'a pas été observé en Suisse, à ma connaissance du moins.

C'est sur la colline de Chantemerle, près Neuchâtel, à une altitude de 495 mètres, sur un sol calcaire, que je découvris, il y a peu d'années, une colonie de ce Rosier, à fleurs blanches, très légèrement carnées, teinte qu'on remarquait surtout sur les boutons. Derrière cette colonie se trouvait un Rosier plus petit, à fleurs d'un blanc de lait et à feuilles plus étroites. Je les soumis à M. Crépin, qui les regarda d'abord comme des formes d'une autre Rose hybride, le *R. vestita* (Godet), qui est un *Rosa alpina* $\times$ *R. tomentosa*. Jurant *in verba magistri*, j'ai distribué des exemplaires de l'une et l'autre forme sous le nom de *R. vestita*.

Mais, lorsqu'il se mit à étudier plus spécialement cette année ces deux hybrides, le rhodologue belge conçut des doutes au sujet de sa détermination primitive et me pria de récolter à nouveau pour lui et en nombre l'une et l'autre des formes de Chantemerle, et de les lui envoyer sans en attendre l'entière dessiccation. C'était vers la fin de mai, et je pus lui fournir ses *desiderata*, en y ajoutant des exemplaires en fruits (réceptacles) colorés de la forme vivant en colonie, séchés par moi l'automne passé (1892).

Je ne puis mieux faire que de reproduire ce que ce savant botaniste m'en écrivit le 5 juin 1893: «Tous ces beaux et nombreux échantillons de *faux R. vestita* dissipent les doutes qui m'étaient venus au sujet des deux spécimens que vous m'aviez envoyés en 1890, et que j'avais pris pour une variation du *R. vestita*.

« Vos *R. vestita* de Chantemerle, à fleurs carnées claires, sont bien certainement des *R. pimpinellifolia* $\times$ *tomentosa* et font partie des *Sabinia*. Ils rappellent beaucoup mon *R. coronata*, qui est également un *R. pimpinellifolia* $\times$ *tomentosa*. Dans votre plante, les folioles ne sont pas glanduleuses à la face inférieure, comme c'est également le cas dans la plupart des *R. pimpinellifolia* $\times$ *tomentosa* du Salève. Dans votre plante l'hétéracanthie est faible, comme c'est le cas dans mon *R. coronata* et chez certaines formes du Salève.

« Quant à la forme de Chantemerle, à fleurs d'un blanc de lait, c'est encore, selon moi, un *R. pimpinellifolia* $\times$ *tomentosa*, mais différant un peu de la forme précédente. Tout d'abord, comme vous le marquez, la fleur est blanche, ce qui la rapproche de l'ascendant *R. pimpinellifolia*. Les réceptacles ont l'air d'être peu fructifères, et j'ai lieu de penser qu'un bon nombre sont plus ou moins stériles. Sur le même échantillon, il peut y avoir (rarement) des fleurs à pédicelles et réceptacles lisses à côté de fleurs à pédicelles et réceptacles hispido-glanduleux. Les sépales peuvent être *tous entiers* dans la même fleur. Parfois le plus extérieur est muni d'un ou deux petits appendices latéraux. (Dans votre Rose à corolle carnée, les appendices latéraux sont plus fréquents sur le sépale le plus extérieur.) Votre forme à fleurs blanches est nouvelle pour moi. Elle fera, avec la forme à fleurs carnées, l'objet d'observations dans mon travail.

« Je vous conseille de recueillir ces deux formes pour les distribuer. Elles méritent d'être connues. On pourrait leur donner des noms, mais je crois qu'il vaut mieux les donner simplement comme des varia-

tions du *R. pimpinellifolia* $\times$ *tomentosa*. Les *Sabiniæ* ont déjà reçu tant de noms d'espèces pour leurs nombreuses variations qu'il est bon, à mon avis, d'épargner de nouvelles créations.

« En fin de compte, vous avez, pour les environs de Neuchâtel, un nouvel hybride qui avait échappé à Godet. »

J'ai naturellement peu à ajouter à cette note de M. Crépin. L'hétéracanthie est si faible dans ces deux formes qu'elle échappe presque à l'observation; aussi, quand on trouve, par exemple, dans Gremlé (*Flore analytique de la Suisse*, trad. J.-J. Vetter, p. 203), l'alternative suivante :

« 3. Aiguillons très inégaux, c'est-à-dire qu'outre les grands aiguillons il y a encore beaucoup de plus petits, sétacés et quelquefois glandulifères, du moins dans la partie inférieure..... »

« Aiguillons semblables, c'est-à-dire de même forme et grandeur dans la même partie d'un rameau; dans quelques espèces (surtout celles à feuilles glanduleuses) quelquefois entremêlés de plus petits sétacés, mais alors les grands aiguillons sont courbés. (Folioles 5 à 7, rarement 9)..... » — on se décidera facilement à admettre la deuxième alternative, qui vous conduira au *R. vestita* (Godet), bien que le fruit des Rosiers de Chantemerle ne soit guère lagé-niforme et que, sur les axes principaux, les aiguillons soient nombreux. La couleur d'un beau rose de la fleur du *R. vestita* ne se retrouve pas non plus dans mes exemplaires, comme me le faisait remarquer M. Sire, avant même que j'eusse la réponse de M. Crépin.

Dans son *Tableau analytique des Roses européennes* (p. 12 du tirage à part), d'où il a exclu les hybrides, à cause de leur variabilité, le rhodologue belge dit à la sous-section des *Villosæ* (*R. pomifera*) (Herm.) et *R. mollis* (Sm.): « Observation. L'analyse pourra amener à rapporter ici certaines variations des *R. Sabini* et *R. coronata*, mais on reconnaîtra ces hybrides à leurs stipules supérieures qui ne sont point dilatées et dont les oreillettes ne sont pas foliformes, et en outre à leurs tiges souvent hétéracanthes. »

La variation de Chantemerle, à fleurs franchement blanches, se distingue de l'autre par des feuilles sensiblement plus étroites et aussi, comme le suppose M. Crépin, par des fruits généralement avortés, tandis qu'en 1892 j'en trouvais de forts beaux de l'autre forme.

J'ajoute enfin que le *R. pimpinellifolia* existe à Chantemerle, mais pas le *R. alpina*. Quant au *R. tomentosa*, je n'ai pas su le rencontrer sur ce point même, mais il est plus que probable qu'il a existé, soit à Chantemerle, soit au Mail, qui y est contigu.

Maintenant, comment reconnaître l'hybridité d'une plante donnée et quels sont ses ascendants? « Une rose hybride », dit le Dr H. Christ (*Le genre Rosa*, etc., traduit de l'allemand du *Botanisches Centralblatt*, 1884, nos 23, 26, par M. Emile Burnat, Genève); Bâle, 1885, p. 36), ne pourra être reconnue comme telle, d'une manière absolument certaine, que dans le cas seulement où elle aura été produite par fécondation artificielle, et cela avec toutes les garanties désirables. Malheureusement, pour ce genre il ne paraît pas qu'on ait fait des expériences de cette nature comme cela a eu lieu à Antibes pour les Cistes, par MM. Thuret et Bornet.

On a indiqué deux caractères qui existeraient généralement chez les Roses hybrides; le développement imparfait du pollen et la stérilité des fruits. Toutefois, il y a des exceptions à ces faits, et la reproduction d'une Rose hybride par graines, pour être rare, existe néanmoins. M. Crépin, dans un travail récent sur: *La distribution géographique de la Rosa stylosa Desv.* (1892, p. 20 à 22 du tirage à part), en vient à se demander si cette espèce n'est pas un ancien hybride fixé des *R. arvensis* et *R. canina*, bien qu'il se reproduise fidèlement de graines.

« Le seul moyen pratique et le seul certain aussi pour reconnaître qu'une Rose est bien le produit croisé de deux espèces déterminées consistera, en définitive, dit encore M. Christ (*loc. cit.*, p. 37), dans l'observation chez le sujet hybride des caractères des deux espèces parentes. » Et plus loin (p. 38): « Les caractères des produits croisés se présentent de telle façon et donnent à la plante une empreinte telle que son origine se manifeste assez nettement. » Cependant, on sait que le *Rosa rubella* (Sm.) = *R. gentilis* (Koch) a été longtemps regardé comme une bonne espèce, tandis qu'on a reconnu dès lors que c'est un *R. alpina* $\times$ *pimpinellifolia*; et le *R. reversa* (Kit.), admis successivement comme une bonne espèce, puis comme une variété du *R. alpina*, n'est, paraît-il, qu'un hybride, qui a, en effet, pour un de ses ascendants une variété du *R. alpina* qui ne se trouve pas en Suisse, pas plus que la véritable plante de Kitaibel.

Enfin, on a insisté sur la présence des deux parents dans le voisinage de l'hybride auxquels ils auraient donné naissance. Mais ici, il ne faut pas oublier que, grâce à la fécondation transmise par le pollen à l'aide

de certains insectes, d'une part, et de l'autre, du fait que des graines hybridifiées peuvent être transportées plus ou moins loin par des oiseaux qui auraient mangé le fruit qui les contenait, ce n'est pas rigoureusement nécessaire.

Il y a encore une difficulté dans l'étude des hybrides végétaux, c'est leur grande variabilité, phénomène qui parle déjà pour l'hybridisme, mais qui s'explique dans quelques cas, selon celui des ascendants qui a fourni le pollen fécondant et celui qui portait les fruits. Je sais bien qu'après qu'on eût voulu fixer la question *à priori* d'après les parties du végétal qui rappelaient l'un ou l'autre des parents, plusieurs botanistes modernes, jetant le manche après la coignée, regardent la chose comme parfaitement indifférente. Sans vouloir leur rappeler que l'exemple de l'âne et du bardeau prouvent au contraire que, chez les animaux du moins, la question n'est pas indifférente, il me semble que si, étudiant les hybrides du *R. alpina* et du *R. pimpinellifolia*, on compare attentivement le *R. rubella* (Sm.) et le *R. sorbifolia* (Godet), qui existent tous deux sur le Chaumont, on peut bien se poser la question si elles ne proviennent pas d'un croisement inverse des deux parents.

Laissant de côté cette question pourtant importante, on a aussi essayé de distinguer en nomenclature les hybrides provenant de deux espèces données, en ajoutant un *super* au nom de celui des ascendants qui prime l'autre, ou en joignant aux deux noms réunis par le signe $\times$ les expressions *forma super...* ou *per...* On trouve de fréquents exemples de ce mode de faire dans les genres *Salix* et *Potentilla*, par exemple.

Enfin, il ne faut pas oublier qu'il y a même des hybrides d'hybrides, comme MM. Thuret et Bornet l'ont observé expérimentalement dans le genre *Cistus*. Le *Salix hexandra* (Ehrh.), variété *glabra*, serait, d'après les spécialistes, un *S. (fragilis × alba) × pentandra*.

En résumé, tant qu'on n'en viendra pas à l'expérimentation directe, il y aura souvent des doutes sur la réalité des hybrides ou sur leur filiation exacte, et en tout cas un grand jeu laissé à l'imagination, mauvaise conseillère dans ce domaine.



QUELQUES CONSIDÉRATIONS

SUR LES

Applications industrielles des différents systèmes de réfrigération

PAR SAM. DE PERROT, INGÉN. CIVIL

(Communication faite dans la séance du 6 avril 1893)

L'augmentation continue de la production de la fabrique Suchard nécessitant des caves toujours plus grandes pour le rafraîchissement des chocolats, j'ai été appelé à faire une étude sur les différentes manières de rafraîchir artificiellement les locaux existants, et c'est le résumé de cette étude que j'ai l'honneur d'exposer en ce moment.

La production du froid peut s'obtenir de l'une des manières suivantes :

- 1^o par les moyens chimiques ;
- 2^o par les piles thermo-électriques ;
- 3^o par la dilatation de gaz comprimés ;
- 4^o par l'évaporation de liquides.

1^o Moyens chimiques.

Différents sels, acides et autres substances mélangées ensemble dans certaines proportions, ont la propriété de produire un abaissement de température assez considérable. Il existe une foule de ces combinaisons, dont voici quelques-unes : 5 parties de sel ammoniacque, 5 de salpêtre et 16 d'eau produisent un

froid de -12° C.; de même 6 parties de sulfate de soude, 5 de nitrate d'ammoniaque et 4 d'une solution de salpêtre, font descendre le thermomètre à -25° . On peut aussi obtenir une température de -42° en mélangeant 2 parties de chlorure de calcium avec 1 partie de neige.

L'application de ces mélanges se borne en général à des essais de laboratoire et, si l'on en excepte le rafraîchissement des liquides dans les pays chauds et les procédés culinaires, elle n'est pas entrée dans l'industrie proprement dite, vu le coût très élevé de la glace fabriquée de la sorte.

2^o Piles thermo-électriques.

L'électricité est une source de froid qui n'a pas encore été pratiquement exploitée, mais qui paraît cependant digne d'attention. Il y a près de cinquante ans que Peltier, en expérimentant avec les piles thermo-électriques, découvrit qu'il pouvait produire du froid en faisant passer le courant du bismuth à l'antimoine. Avec les découvertes remarquables faites dans l'électricité durant ces dernières années, il est à espérer que tôt ou tard on produira couramment et économiquement de la glace par l'électricité.

3^o Détente de gaz comprimés ou machines à air froid.

Il y a deux catégories de machines à air froid :

- a) celles à cycle fermé;
- b) » » ouvert.

La première catégorie est représentée par la machine construite en 1864 par l'Anglais Kirk. Elle est

composée d'un compresseur à simple effet, d'un régénérateur, d'un cylindre de détente et d'un congélateur. L'air y était alternativement comprimé, passait au condenseur en lui cédant la chaleur acquise durant la compression, traversait le régénérateur qui emmagasine la chaleur tout en laissant passer l'air et se dilatait dans le cylindre de détente, produisant ainsi le froid nécessaire pour refroidir le liquide contenu dans le congélateur.

Quelques-unes de ces machines furent construites à Bathgate pour la fabrication de la paraffine. Un cheval effectif y produisait jusqu'à 4 kilog. de glace par heure. Par suite de diverses complications nécessitées par sa construction spéciale, ainsi que par le choix peu avantageux de la machine Stirling, comme type de construction, la machine Kirk n'a pas été appréciée comme elle aurait dû l'être.

Avec une machine plus parfaite, soit en employant le type Rider avec régénérateur au lieu de celui de Stirling, le professeur Zeuner arrive à un rendement théorique de ce type de 33 kilog. de glace par cheval effectif et par heure. De tous les systèmes de machines à air froid, c'est le seul qui puisse lutter contre les autres systèmes de réfrigération par évaporation de liquides, et il est très regrettable que les constructeurs des autres types de machines à air froid ne lui aient pas voué un peu plus de soins.

La catégorie des machines à cycle ouvert comprend à peu près tous les types actuellement en usage. La différence avec la première catégorie consiste en ce que celle-ci emploie toujours le même air, tandis que l'air ne fait que passer une fois au travers de la seconde et n'est pas réutilisé d'une manière continue.

Bien des essais ont été faits avec ce système. Les professeurs Piazi Smith et Rankine, MM. Stirling, Siemens, Petrie, etc., firent de 1839 à 1856 plusieurs essais et construisirent divers modèles sans obtenir de résultats concluants.

En 1847, le Dr américain Gorrie construisit sa première machine, qui eut peu de succès.

En 1869, MM. Windhausen et Gehrlich construisaient la machine qui fut exposée à Vienne et produisait un kilogramme de glace par cheval-heure.

Une quantité de fabricants s'occupèrent dès lors de la construction de ces machines. Les plus connues sont celles de Giffard, Lightfoot, Bell Coleman, Hall, etc. Toutes ces machines ont les mêmes parties principales et ne diffèrent que dans les détails.

L'air aspiré du dehors est comprimé dans un compresseur de 2 à 3 atmosphères. Cet air, réchauffé par la compression, est ramené à la température atmosphérique par un courant d'eau traversant le condenseur; il passe ensuite dans le cylindre de détente auquel il restitue une partie du travail dû à la compression, en produisant un abaissement de température de 40° à 60° au-dessous de zéro, puis passe au local à rafraichir.

L'air atmosphérique contenant une certaine proportion d'humidité, cette humidité se trouve précipitée sous forme de neige par suite de l'abaissement de température dans le cylindre de détente. On emploie divers moyens pour éviter la production de la neige, tels que dessèchement et refroidissement préliminaires de l'air, mais tous ces moyens sont au détriment du travail produit.

Cette production de neige, ainsi que la faible chaleur spécifique de l'air ($0^{\circ},23$) exigeant des organes de compression très volumineux (environ 132 fois plus grands que ceux des machines à ammoniaque), font que ces machines sont peu économiques. Toutefois ces systèmes sont très appréciés sur mer, par suite de leur grande solidité, de leur simplicité relative, de l'absence complète de tout danger, de tout empoisonnement, de toute explosion, produits par la fuite des gaz employés dans les procédés utilisant l'évaporation de produits chimiques.

4^o Evaporation de liquides.

a) Evaporation à l'air libre et par courants d'air, d'alcool, d'éther, d'eau ou autre substance volatile.

b) Evaporation dans le vide et absorption de vapeurs par différentes substances, ammoniaque, eau, etc.

c) Evaporation de gaz liquéfiés par compression.

a) Evaporation à l'air libre d'eau, d'éther, ou autre substance volatile.

Ce procédé a été employé depuis des siècles. Dans les provinces du nord de l'Inde, on obtenait ainsi de la glace en exposant de l'eau dans des plats poreux, isolés de la terre par de la paille. L'évaporation à travers le vase poreux et la radiation de la chaleur de la surface de l'eau produisaient une mince couche de glace que l'on recueillait le matin.

Le même système est encore employé pendant l'été. Une bouteille métallique est entourée d'un linge mouillé et secouée au grand soleil. La chaleur et le

courant d'air produisent une évaporation rapide et un rafraîchissement du liquide contenu dans la bouteille.

Pendant les vents chauds de la mousson, on rafraîchit les maisons en laissant pénétrer ces courants dans l'intérieur des habitations, après avoir traversé une natte continuellement humectée. L'évaporation de l'eau abaisse la température de l'air d'une façon très sensible.

Nos viticulteurs n'ont malheureusement que trop fait connaissance avec ces phénomènes remarquables dans la nuit du 6 au 7 mai de cette année. Une abondante rosée sur le sol fortement desséché par une bise continue, suivie de légers déplacements d'air, coups de joran, etc., a suffi pour réduire à néant, dans bien des endroits du Vignoble, la récolte qui s'annonçait si bien.

Les Anglais Siebe et Harrison ont essayé sans grand succès de réemployer d'une manière continue les gaz résultant de l'évaporation de l'éther sulfurique.

b) *Evaporation dans le vide.*

Le plus connu de ces systèmes est celui de Carré; il date de 1859 ou 1860. On aspire les vapeurs d'un liquide volatil (ammoniaque) dans le congélateur et on les refoule dans un endroit où elles sont absorbées par un liquide (eau) de température d'ébullition différente. On pompe ce liquide dans une chaudière qu'on chauffe, ce qui produit la séparation complète des vapeurs et du liquide. Ces vapeurs passent ensuite à travers un condenseur, où elles se refroidissent et se liquéfient; de là les gaz liquéfiés passent par le con-

gélateur où leur évaporation produit une forte diminution de chaleur, et par conséquent le refroidissement du récipient qui les entoure. L'opération continue ainsi d'une manière intermittente, il est vrai, mais la glace ainsi fabriquée est bien plus économique que celle produite par les grandes machines à air comprimé.

Si l'on représente par 100 la chaleur cédée par un kilogramme de houille à l'eau de la chaudière, on peut admettre qu'une bonne machine à air en utilise 2,3⁰/₀, une machine à éther 7⁰/₀ et une machine à absorption d'ammoniaque, système Carré, 47⁰/₀.

Les appareils Carré conviennent spécialement aux hôpitaux, hôtels, etc., où la quantité de glace à produire n'est pas très considérable et où elle ne doit pas être fournie d'une manière régulière.

Un autre système consiste à faire évaporer le liquide qu'on veut rafraîchir dans un vide aussi parfait que possible, le point d'ébullition étant ainsi considérablement abaissé. Le sirop de sucre, par exemple, a son point d'ébullition à l'air libre au-dessus de 100°; ce point est ramené dans le vide à 43°. Les vapeurs sont absorbées par un liquide tel que l'acide sulfurique qui, par suite de l'absorption continue d'eau, se dilue toujours plus et doit au bout d'un certain temps être sorti et reconcentré.

Ces petits appareils sont excessivement commodes et portatifs; leur prix est modéré et bien que le coût de la glace qu'on y fabrique soit comparativement élevé, les avantages qu'on en retire dans le courant d'un été chaud, dans les propriétés hors de portée des marchands de glace, en compensent amplement les inconvénients.

L'intermittence de la production de la glace par ces systèmes limite considérablement leur sphère d'action et on leur préfère, pour la production de la glace en grand, d'autres systèmes ayant une action continue.

c) Machines liquéfiant les gaz par compression.

On emploie principalement les vapeurs de l'éther, anhydride sulfureux, ammoniacque, acide carbonique et le fluide Pictet. On a aussi construit des machines à chlorure de méthyle, éther méthylique, sulfure de carbone et autres.

La première de ces machines, inventée par Perkins, fut brevetée en 1835, mais elle resta si peu connue que Harrison la fit de nouveau breveter en 1856. De grands progrès furent réalisés par Carré dans sa machine, construite en 1860 (à distinguer de sa machine à absorption). En 1862, Siebe fit breveter sa machine à éther, encore employée de nos jours. Pictet suivit avec sa machine à anhydride sulfureux; puis le professeur Linde commença, comme Peltier, avec l'éther méthylique auquel il substitua bientôt l'ammoniacque. Enfin Windhausen, après ses essais avec machines à air, finit par y substituer l'acide carbonique, et Hall, un des plus célèbres fournisseurs de machines à air froid pour la marine anglaise, vient aussi d'adopter ce liquide pour ses nouveaux appareils.

Nous nous trouvons donc en présence de cinq systèmes pratiques : à éther, ammoniacque, anhydride sulfureux, acide carbonique et fluide Pictet, ayant tous fait leurs preuves, et le choix du meilleur de ces systèmes est le but de cette étude.

Les éthers et leurs dérivés sont des corps essentiellement inflammables, asphyxiants, explosifs, dangereux, en un mot, sous tous les rapports. Ils présentent le désavantage, vu leur point d'ébullition très bas, d'employer des pressions très faibles, 0,12 atmosphère à -20° et 0,59 atmosphère à $+20^{\circ}$, ce qui permet des rentrées d'air dans l'appareil et réduit de beaucoup le rendement. La grande brasserie Guinness, universellement connue par son énorme production annuelle de deux millions et demi d'hectolitres de stout, employait plusieurs machines à éther et à acide carbonique. Par suite de fuites, l'éther forma récemment un mélange explosif et fit sauter tout le toit du bâtiment des machines frigorifiques, heureusement sans causer de mort d'homme. Leurs machines à acide carbonique leur donnaient de tels ennuis pour tenir les pistons étanches que, bien qu'ils fussent directement intéressés à l'utilisation de cet acide, qu'ils obtiennent en grandes quantités par la fermentation du houblon, ils se virent obligés de remplacer ces deux systèmes par quatre machines Linde produisant 1000 kilogrammes de glace à l'heure.

L'anhydride sulfureux a l'inconvénient de permettre aussi, comme l'éther, les rentrées d'air dans le compresseur. C'est un bon désinfectant, il peut servir à éteindre les feux de cheminée, donc pas de dangers d'explosions; d'un autre côté, c'est un gaz impropre à la respiration, occasionnant les plus graves désordres dans les poumons et dans les bronches, asphyxiant au suprême degré. Mis en contact avec l'air, ce gaz se combine avec l'oxygène pour former de l'acide sulfurique, qui entraîne la destruction immédiate des métaux employés. Or, cette action se produit assez

fréquemment, paraît-il, mais est peu nuisible si on vide immédiatement tout l'appareil. M. Finaz, de Genève, a eu un appareil complètement détruit de cette manière par deux rentrées consécutives d'eau produites par la corrosion des tuyaux du condenseur.

L'ammoniaque est un gaz incolore. Il asphyxie tout aussi rapidement que l'anhydride sulfureux, mais ne produit pas de désordres aussi irritants sur les bronches que ce dernier. Les pressions aux températures habituelles de travail sont suffisantes pour empêcher les rentrées d'air dans les compresseurs. L'ammoniaque, en se mélangeant à certaines huiles et caoutchoucs, produit une espèce de cambouis qui peut boucher les tuyaux et faire sauter le fond des cylindres. Cet accident est arrivé à la machine de la morgue de Berlin, par suite d'inattention du mécanicien, et, au commencement de cette année, à la machine de la station d'essais du professeur Tetmayer, à Zurich : d'après le *Scientific American*, 66 chevaux ont été asphyxiés dans une écurie appartenant à une brasserie américaine, par suite de fuites dans la machine à ammoniaque.

L'acide carbonique est un gaz inodore. On peut même en respirer de fortes quantités sans danger ; il n'y a pas possibilité d'explosions. Le Dr Pettenkofer considère l'emploi de l'acide carbonique au point de vue hygiénique comme un grand progrès, comparé à l'ammoniaque et à l'anhydride sulfureux. Ce gaz exige des pressions énormes pour sa liquéfaction et, par suite de son absence d'odeur, rend très difficile la recherche des fuites dans les joints. Un brasseur de Zurich a eu tous les ennuis imaginables avec un de ces compresseurs, construit par une maison de

Zurich, et il regrette amèrement de n'avoir pas accepté l'offre qu'on lui faisait d'une machine à ammoniacque.

Le fluide Pictet a les mêmes inconvénients que l'anhydride sulfureux. Le professeur Pictet, à la suite de nombreuses recherches, a découvert qu'un mélange de 98 % d'anhydride sulfureux et 2 % d'acide carbonique donne des résultats supérieurs à l'anhydride sulfureux pur. M. Pictet vendit ce procédé à différentes maisons de l'étranger, ce qui amena divers procès avec la Société pour l'exploitation des brevets R. Pictet, de Paris.

Le dernier de ces procès vient d'être jugé le 22 décembre 1892 à Berlin, et donne gain de cause à la Société de Paris, tout en reconnaissant à M. Pictet pleine propriété sur ses brevets et la faculté d'en disposer à son gré sans toutefois pouvoir les exploiter. La compagnie parisienne a donc seule le droit de fabriquer les machines à anhydride sulfureux et à fluide Pictet.

On a cependant depuis un certain temps reconnu, dans la grande station d'essais de machines réfrigérantes de Munich, que le fluide Pictet donne des résultats inférieurs à l'anhydride sulfureux pur et d'environ 20 % au-dessous des résultats obtenus avec des machines à ammoniacque. La fabrication des machines à fluide Pictet a donc été interrompue et fait place à l'anhydride sulfureux.

En voyant les inconvénients et les dangers de tous ces gaz, il est bon de se rappeler que le pétrole et l'alcool sont inflammables; cependant on brûle le premier et on boit le second.

Les fabricants de machines à éther n'étant pas représentés sur le continent et le type tombant graduellement en désuétude, ce système a été écarté de

prime abord. Il ne reste donc plus comme concurrents que l'anhydride sulfureux, l'ammoniaque et l'acide carbonique.

Les constructeurs de ces types nous envoyèrent chacun une soumission pour une cave hypothétique à rafraîchir. Les devis étaient à peu de chose près les mêmes, et les machines exigeaient la même force et la même quantité d'eau de condensation.

Pour décider de la valeur pratique de chacun de ces systèmes, nous demandâmes à plusieurs propriétaires de ces machines des renseignements que tous nous envoyèrent d'une manière très obligeante. Toutefois, nous n'étions pas plus avancés dans nos recherches : tous ces renseignements concluaient en faveur du type employé par celui qui nous les avait fournis. Il ne restait rien d'autre à faire pour juger la question, sinon de visiter un certain nombre d'installations frigorifiques et de se rendre compte *de visu* de leur mérite.

Nous avons eu le plaisir de faire cette étude dans le courant de février et avons visité, avec M. Russ-Suchard, un grand nombre de brasseries et de fabriques qui emploient les trois systèmes concurrents.

Nous avons ainsi obtenu une foule de renseignements très intéressants et utiles. La principale difficulté résultant de l'emploi de ces machines consiste à tenir les joints étanches : le tableau suivant résume les différents matériaux employés par les constructeurs pour les joints des diverses pièces de leur machine.

Le principe de ces trois machines est identique. Les gaz sont aspirés du congélateur et comprimés dans le compresseur. Cette compression augmente la

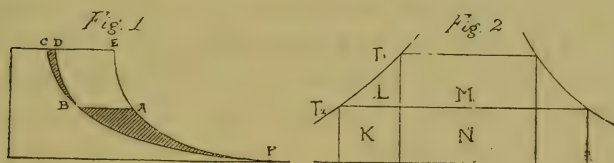
température des gaz et nécessite un travail employé en pure perte. Moins cette différence de température due à la compression est grande, plus le rendement de la machine est élevé. Dans les machines à ammoniac et à acide carbonique, une faible quantité de liquide est admise dans le cylindre avec les gaz. Pendant la compression, toute élévation de température produit une évaporation de ce liquide et, tant qu'il en reste dans le cylindre, la température des gaz comprimés ne change pas. On se rapproche donc de la compression isothermale qu'il n'est pas possible d'atteindre pratiquement.

Pour l'anhydride sulfureux, à moins de réduire de beaucoup le rendement, on ne peut pas admettre de liquide dans le cylindre. Les gaz se surchauffent donc considérablement pendant la compression, qui est approximativement adiabatique et nécessitent en pure perte un travail représenté par la surface hachée entre les courbes isothermale et adiabatique.

De plus, l'échauffement du cylindre est si considérable qu'on est obligé de faire circuler un courant d'eau froide dans l'enveloppe qui l'entoure et dans la tige du piston.

L'attention des constructeurs s'est donc portée sur le perfectionnement du compresseur, et si les températures de l'eau de condensation sont très élevées, on les fait maintenant à deux stages. Les gaz sont d'abord comprimés d'après la courbe adiabatique dans un premier cylindre au point A, puis passent à travers un condenseur où ils sont ramenés à la température initiale de compression correspondant au point B de la courbe isothermale. Les gaz ainsi refroidis passent dans un deuxième cylindre qui les comprime à la

pression finale D. Avec ce système, le travail perdu est représenté par les surfaces hachées F A B et B C D, et l'économie réalisée sur la compression adiabatique unique est représentée par la surface A B D E.



Les gaz une fois comprimés passent à travers un condenseur composé de 1000 à 1500 mètres de tuyaux en fer étiré de 25^{mm}, plongés dans de l'eau froide. Ils cèdent à l'eau une partie de leur chaleur, égale par kilogramme de gaz à ce qu'on appelle la chaleur latente de ce corps, et par suite ils se liquéfient.

Si l'on admet que la surface K+L représente en calories la chaleur nécessaire pour élever un liquide de T₂° à T₁° absolus, il faudra, pour convertir ce liquide en vapeur, ajouter de la chaleur qui peut être représentée par les rectangles M+N. C'est cette surface M+N qu'on appelle chaleur latente, parce que cette chaleur fournie ne sert pas à faire varier la température T₁°. Du condenseur, le liquide passe par un tuyau muni d'un robinet dans le congélateur, où la pression est beaucoup plus basse. Le liquide se vaporise immédiatement et absorbe pour 1 kilogramme de son poids une quantité de chaleur représentée par L+M, d'autant plus considérable que la température du congélateur est plus basse. La limite théorique se trouve atteinte quand le liquide est complètement

évaporé et que le maximum du froid que le corps peut produire est obtenu.

On voit d'après cela quel grand rôle joue dans les machines à glace la chaleur latente des diverses substances employées. Plus cette chaleur est grande, c'est-à-dire plus les rectangles $M+N$ sont grands, plus un kilogramme de liquide peut enlever de calories de chaleur; d'un autre côté, moins la chaleur latente d'un corps est grande, plus il en faut pour produire un effet donné.

L'acide carbonique produit, par exemple, un froid tellement intense (-78°), que quand on fait travailler cette machine à des températures plus élevées, à -20° , par exemple, le rapport des surfaces $\frac{M}{M+N}$ est de beaucoup diminué et une fraction seulement de l'acide carbonique se vaporise, le reste demeurant liquide et ne produisant par conséquent pas d'effet réfrigérant. En conséquence, pour la production du froid n'exigeant pas une grande réduction de température, les machines à acide carbonique sont placées dans une infériorité marquée comparées aux machines à ammoniac ou à anhydride sulfureux, chez lesquelles les rapports $\frac{M}{M+N}$ sont beaucoup plus élevés.

Le tableau suivant résume les différents calculs du professeur Zeuner ayant trait aux machines à rafraîchir :

Pressions absolues. Kg. cm² correspondant aux temp. de —45°
 Idem de +20°
 Force en HP pour produire Q frigories par seconde . . .
 Force théorique en HP pour produire Q frigories par seconde
 Rendement
 Volume du compresseur acide carbonique = 1 pour une même vitesse de piston . . .
 Kg. glace par HP heure } théorique
 } pratique
 Chaleur latente du kg. de liquide à +20° = surf. M+N . . .
 Plus grand froid produit par l'évaporation du liquide . . .
 Température critique
 Nombre de machines livrées à fin 1892

Ether	Anhydride sulfureux	Ammoniaque	Acide carbonique	Air
0,12	0,83	2,37	23,9	
0,59	3,34	8,79	60,8	
0,88Q	0,85Q	0,83Q	1,48Q	0,87Q
0,77Q	0,77Q	0,77Q	0,77Q	0,77Q
0,87	0,90	0,92	0,53	
68,2	40,4	3,7	1	488
		47 kg.		33 kg.
	20,0 kg.	25 kg.		4,10kg.
92 cal.	84,7 cal.	300 cal.	38 cal.	0,3 cal.
—23°	—10°	—33° 7	—78°	
	155°	130°	31° 9	
Entre 500 et 600	1600		174	

En résumant les diverses observations que nous venons de présenter, on peut admettre que les pressions nécessaires pour la liquéfaction de l'acide carbonique sont tellement élevées et sa chaleur latente si faible, que ce corps présente de sérieux inconvénients pratiques.

L'anhydride sulfureux et l'ammoniaque emploient théoriquement la même force ; pratiquement, les rentrées d'air dans le cylindre de la machine à anhydride sulfureux et la faible chaleur latente de ce gaz, comparée à celle de l'ammoniaque, le placent dans un sérieux désavantage à l'égard de cette dernière.

On peut conclure en disant que, pour le présent, les machines à ammoniaque sont les plus parfaites qui existent et que la faveur toujours croissante qu'on leur témoigne est entièrement justifiée.



Ammoniaque	Anhydride sulfureux	Acide carbonique
— Jonction de tuyaux —		
 Asbest acier Rondelle d'asbeste enveloppée d'acier	 10^m/m Bagues en étain	 Rondelles de cuir
— Presse-étoupe du Piston —		
Toile caoutchouguée, Cordes en coton ou bagues métalliques, longueur 0^m150.	Rondelles de liège et tresses de coton trempées dans la stéarine; longueur 0^m100.	Rondelles de cuir.
— Graissage —		
Huile minérale. Huile de machines.	Pas de graissage	Glycérine
— Quantité de liquide employé par an —		
10 à 20 Kilog.	15 à 20 Kilog.	60 à 150 Kilog.
— Prix du liquide —		
Fr. 2.65	Fr. 4.00	Fr. 1.50
— Qualité d'ouvrage livré —		
Irreprochable	Bon courant	Irreprochable

LA HOUILLE DE MARSENS

PAR L. FAVRE, PROFESSEUR

(Communication faite dans la séance du 1^{er} juin 1893)

J'ai déjà entretenu la Société des recherches entreprises, par un financier zuricois, dans le canton de Fribourg, dans le but de trouver de la houille. Les sondages assez profonds exécutés dans la molasse, à Corpataux, à Marly, au Mouret, ne donnèrent aucun résultat, et l'on se demandait sur quels indices des travaux si coûteux avaient pu être résolus. Ces indices, en effet, ne sont pas des rêves, car de temps à autre on découvre ici ou là de petits dépôts de houille si parfaitement caractérisés, qu'ils peuvent induire en erreur quiconque n'est pas géologue et ne possède pas une connaissance approfondie du sujet.

Ainsi, au commencement de l'année dernière, les journaux signalèrent la découverte d'un gisement de houille près de Marsens, dans la basse Gruyère, non loin de Bulle. Il y avait de quoi ranimer les espérances de ceux qui appellent de leurs vœux la mise au jour en Suisse du charbon minéral, et rendre sérieux ceux qui avaient ri de la déconvenue de chercheurs imprudents.

Arrivant à Marsens au mois de juillet, je m'empressai de m'informer de la trouvaille qui me préoccupait, et que j'étais impatient d'examiner. On me conduisit à la carrière de grès, bien connu dans la contrée sous le nom de pierre de Marsens. C'est entre

deux lits peu épais de cette roche que je vis une couche de houille d'un bel aspect, noire, luisante, feuilletée, d'une hauteur de 10 centimètres, sur une largeur de plusieurs mètres, mais dont l'étendue ne peut être appréciée, les bancs de grès plongeant sous un angle très prononcé vers le fond de la vallée, et le haut de la carrière présentant un front d'exploitation taillé verticalement sur une hauteur de 15 à 20 mètres. On avait retiré de ce combustible la valeur de quelques tonnes qui furent utilisées dans les calorifères de l'Hospice cantonal, où elle brûlait avec une longue flamme claire, comme les meilleures houilles servant à la fabrication du gaz d'éclairage. Pour en obtenir davantage, il aurait fallu recourir à une exploitation très coûteuse de ce grès très dur qui emprisonne ce lit de charbon, et on en resta là.

Il n'est peut-être pas superflu de rappeler que ce grès, d'une dureté extrême et qu'on fend comme le granit avec des coins de fer, constitue une exception dans la contrée, où domine la molasse tendre, impropre aux constructions que l'on établit presque toutes en bois, dans les villages, avec des soubassements en galets glaciaires ou en conglomérats renfermés dans les puissantes collines de graviers glaciaires qui s'appuient sur la base des pentes du Gibloux. Cette disette de pierre à bâtir dans une grande partie du canton de Fribourg explique probablement la disparition à peu près complète et très regrettable des blocs erratiques.

Le même grès très apprécié est exploité à Vaulruz, à Marsens, et près du pont suspendu de Corbières, sur la rive gauche de la Sarine. Il règne ainsi au pied nord des dernières pentes du Gibloux, presque au

niveau de la vallée. Le Gibloux lui-même est un massif de molasse passant au grès par des transitions presque insensibles; par sa nature, il retient, comme une éponge, l'eau des pluies et des neiges, ne la laisse échapper que graduellement par d'innombrables petits filets qui arrosent les prairies, favorisent la végétation d'herbages toujours verts, et permettent à chaque particulier d'avoir sa fontaine devant sa rustique demeure.

Je dépose sur le bureau un fragment de houille et plusieurs échantillons de grès de Marsens, dont un très curieux, contenant un caillou roulé, que je crois de quartzite, et qui, chose très rare au dire des carriers, se trouve comme un noyau isolé au milieu d'un banc de grès.



SUR LA HOUILLE TERTIAIRE DE MARSENS, PRÈS BULLE

(Canton de Fribourg)

PAR A. JACCARD, PROFESSEUR

(Communication lue dans la séance du 15 juin 1893).

L'intéressante communication de M. Louis Favre, lue dans la précédente séance, me paraît mériter quelques mots au point de vue géologique.

C'est bien en effet de la houille, tout à fait analogue à celle des mines de Paudex, Belmont, Semsales et Oron, qu'on a découverte dans la carrière de molasse de Marsens. Mais il serait bien désirable, pour éviter la confusion et couper court aux illusions qu'on pourrait se faire de l'existence de la houille carbonifère dans la molasse suisse, qu'on prît l'habitude de désigner ces gisements sous le nom de *houille tertiaire*. On comprendrait aussi dans cette dénomination la houille du Simmenthal, qui appartient au Nummulitique ou Eocène. Pour ma part, c'est ce que je ferai à l'avenir, car il ne peut plus être question d'appeler les combustibles de la molasse vaudoise des *lignites*, car ils ne présentent aucun des caractères des bois fossiles quaternaires qu'on désigne sous ce nom.

Dans sa communication, M. Favre a émis l'idée que cette couche de 10 centimètres d'épaisseur pourrait bien être la continuation des charbons de Semsales, ce qui n'aurait rien que de très plausible. Mais il se trouve que, dans sa carte géologique, M. Gilliéron

indique dans toute cette région la molasse rouge, qui est plus ancienne, et dans laquelle on n'avait pas jusqu'ici signalé la présence de combustibles minéraux. Pour ma part, je suis tout disposé à admettre aussi l'existence de la houille dans cette division ou cet étage de nos molasses. C'est un *faciès* particulier et local, voilà tout, et il serait chimérique d'entreprendre des recherches pour relier ce gisement à ceux d'Oron, Semsales, etc.

Ceci m'amène à justifier le nom de houille appliqué aux combustibles de la molasse.

Et d'abord, comment s'est formée la houille, qu'elle soit d'âge carbonifère ou d'âge tertiaire ? Il y a déjà quelques années que M. Fayol démontrait victorieusement la fausseté de la théorie des marais tourbeux carbonifères, et y substituait celle de l'origine de la houille par dépôt au sein de deltas lacustres ou marins. Le combustible de la plupart de nos bassins, de l'Europe centrale, Saarbrück, Saint-Etienne, Commentry, s'est accumulé dans des lacs alimentés par des cours d'eau provenant de la terre ferme. Il en est de même de nos houilles tertiaires, comme je vais essayer de le démontrer.

Si l'on prend un morceau de houille de l'un des bassins que je viens de citer, on constate que le combustible est formé de couches minces, régulièrement stratifiées, dont la nature et l'aspect varient à chaque instant dans l'épaisseur du morceau. Il y a d'abord les *lames claires* et luisantes, formées de tiges, de troncs écrasés et aplatis, tandis que les *zones ternes*, que M. Fayol appelle *houille foliaire*, sont constituées par des accumulations de feuilles. Puis, dans les intervalles des couches apparaissent des lentilles

charbonneuses tachant les doigts au toucher, que M. Fayol appelle *fusain*, ainsi que des lamelles pyriteuses jaunes. Enfin, dans les fissures qui divisent les couches, se montrent des feuillets de *calcite* cristallisée.

Eh bien, tous ces caractères, *lames claires*, *zones ternes*, *fusain*, *pyrite*, *calcite*, nous les retrouvons dans la houille tertiaire d'Oron, de Marsens, etc., preuves certaines d'une origine semblable, quoique à une époque géologique bien plus rapprochée de la nôtre et dans des conditions bien différentes au point de vue de la végétation terrestre.

La flore tertiaire, en effet, est loin de présenter l'exubérance de la flore carbonifère, aussi est-ce vainement que l'on chercherait à découvrir de vrais bassins houillers dans la molasse suisse, ou à poursuivre la continuation des couches qui sont connues. Le caractère propre des dépôts formés dans des deltas lacustres est de présenter des couches qui commencent et qui finissent *en coin*, qui se perdent ou disparaissent dans les bancs de molasse qui les renferment. C'est ainsi que, d'après ce que nous a dit M. Favre, la couche de houille tertiaire de Marsens ne doit pas s'étendre sur une grande surface, et qu'elle ne doit former qu'une lentille au milieu des couches de la molasse rouge de cette région.



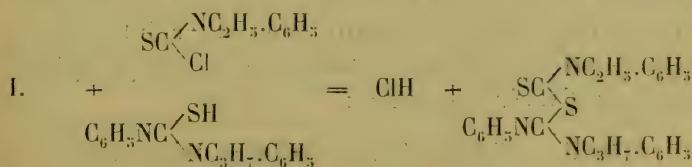
SUR LA CONSTITUTION DES THIURÉES

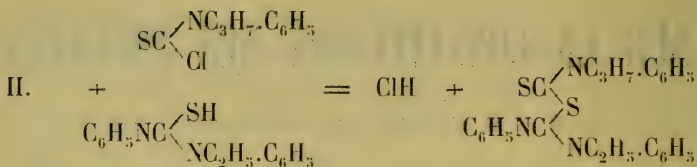
PAR O. BILLETTER, PROFESSEUR

(Communication faite dans la séance du 23 mars 1893)

J'ai décrit, il y a quelques années, une série de combinaisons obtenues, en collaboration avec M. Al. Strohl, par l'action de thiurées tertiaires sur des chlorures thiocarbamiques disubstitués. Ces corps présentent la composition de dithiobiurets pentasubstitués. Cependant nous avons cru devoir leur attribuer une constitution asymétrique qui ne les faisait pas envisager comme des dérivés normaux du biuret, parce que dans des cas où nous aurions dû nous attendre à obtenir des produits identiques en partant d'ingrédients différents, il s'était formé des corps que nous devons envisager comme également différents.

Ainsi l'action du chlorure éthylphénylthiocarbamique avec la propyldiphénylthiurée fournissait un produit fusible à 165°,8, tandis que le point de fusion du corps résultant du chlorure propylphénylthiocarbamique et de l'éthyldiphénylthiurée a été trouvé à 165°. Cette différence pouvait s'expliquer en interprétant ces deux réactions de la manière suivante :



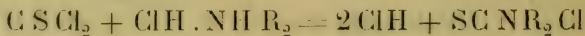


Etant donné la très petite différence observée, qui ne dépassait dans aucun cas 1^0 , il semblait nécessaire de corroborer les conclusions en appliquant la réaction à des ingrédients qui devaient fournir des produits présentant une différence plus accentuée. Il s'agissait de remplacer dans ce but les groupes de phényle en partie ou en totalité par des alkyles aliphatiques.

Cette nouvelle étude fut d'abord entreprise par M. Jules Gamet. Il s'y mit avec beaucoup d'ardeur et fit preuve, dans cette occasion, d'un grand talent pour des recherches scientifiques de ce genre. Malheureusement une mort prématurée vint impitoyablement mettre fin à ses travaux. Trop tard pour prévenir une catastrophe, il s'était révélé, chez cette nature en général très robuste, à l'égard de certains agents une sensibilité excessive dont il fut victime. Nous signalerons plus loin les premiers résultats de son étude.

Les recherches furent reprises et continuées par M. H. de Pury, qui obtint les résultats dont nous communiquons le résumé dans ce qui suit :

Chlorures thiocarbamiques disubstitués. — Ils s'obtiennent en secouant la solution aqueuse du chlorhydrate d'une amine secondaire avec une solution chloroformique de la quantité théorique de thiophosgène, calculée d'après l'équation :



L'acide chlorhydrique formé est neutralisé à mesure en ajoutant, par petites portions, la quantité équivalente de soude caustique. Le résidu d'évaporation de la solution chloroformique représente le chlorure brut.

1. *Chlorure diméthylthiocarbamique*, $\text{SCN}(\text{CH}_3)_2\text{Cl}$. Préparé pour la première fois par J. Gamet avec le chlorhydrate de diméthylamine. Se purifie par distillation dans le vide et recristallisation dans l'éther de pétrole. Aiguilles jaunâtres fusibles à 42° .

2. *Chlorure diéthylthiocarbamique*, $\text{SCN}(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{Cl}$. — M. de Pury. Obtenu comme le corps précédent, avec le chlorhydrate de diéthylamine. Prismes d'un jaune pâle; point de fusion, $46^\circ,2$ à $46^\circ,5$; point d'ébullition, sous une pression de 10 mm , 108° .

3. *Chlorure dipropylthiocarbamique*, $\text{SCN}(\text{C}_3\text{H}_7)_2\text{Cl}$. — J. Gamet, avec le chlorhydrate de dipropylamine. Liquide jaunâtre; point d'ébullition, $124^\circ,3$ à 10 mm de pression.

4. *Chlorure diamylthiocarbamique*, $\text{SCN}(\text{C}_5\text{H}_{11})_2\text{Cl}$. — M. de Pury, avec le chlorhydrate de diamylamine. Liquide jaunâtre, bouillant à $165\text{-}170^\circ$, sous une pression de 16 mm .

Thiurées tertiaires. — Elles s'obtiennent facilement par l'union directe de sénévol avec des amines secondaires.

1. *Diméthylphénylthiurée*, $\text{CSH}:\text{NC}_6\text{H}_5.\text{N}(\text{CH}_3)_2$. — M. de Pury. Obtenu par le phénylsénévol et la diméthylamine en solution alcoolique. Cristallise dans l'alcool en belles aiguilles incolores, fusibles à $132^\circ\text{-}132^\circ,5$. Ce corps a déjà été décrit par M. Dixon.

2. *Diéthylphénylthiurée*, $\text{CSH} : \text{NC}_6\text{H}_5 \cdot \text{N}(\text{C}_2\text{H}_5)_2$.
— M. de Pury. Prend sans doute naissance par l'union du phénylsénévol avec la diéthylamine, mais il n'a pas pu être obtenu à l'état cristallisé.

3. *Dipropylphénylthiurée*, $\text{CSH} : \text{NC}_6\text{H}_5 \cdot \text{N}(\text{C}_3\text{H}_7)_2$.
— J. Gamet. Phénylsénévol et dipropylamine en solution alcoolique. Aiguilles incolores, point de fusion 66° .

4. *Diamylphénylthiurée*, $\text{CSH} : \text{NC}_6\text{H}_5 \cdot \text{N}(\text{C}_5\text{H}_{11})_2$.
— M. de Pury. Par le phénylsénévol et la diamylamine. Cristallise dans l'éther de pétrole en paillettes brillantes; point de fusion 72° à $72^\circ,3$.

5. *Diméthyléthylthiurée*, $\text{CSH} : \text{NC}_2\text{H}_5 \cdot \text{N}(\text{CH}_3)_2$. —
M. de Pury. Par l'éthylsénévol et la diméthylamine. Aiguilles incolores; point de fusion 37° à $37^\circ,5$.

6. *Dipropyléthylthiurée*, $\text{CSH} : \text{NC}_2\text{H}_5 \cdot \text{N}(\text{C}_3\text{H}_7)_2$. —
M. de Pury. Par l'éthylsénévol et la dipropylamine. Beaux cristaux incolores (dans l'éther de pétrole); point de fusion 34° à $34^\circ,5$.

7. *Diéthylphénylthiurée*, $\text{CSH} : \text{NC}_2\text{H}_5 \cdot \text{NC}_2\text{H}_5 \cdot \text{C}_6\text{H}_5$.
— M. de Pury. Par l'éthylsénévol et l'éthylaniline. Beaux cristaux incolores; semblable au précédent et ayant le même point de fusion de 34° à $34^\circ,5$.

En possession de ces nouveaux corps, on disposait maintenant d'un matériel suffisant pour obtenir, par double décomposition de l'un des chlorures thiocarbaniques (nouveaux ou anciens) sur l'une des thiurées tertiaires (anciennes ou nouvelles), une seconde série de dithiobiurets pentasubstitués. Ces derniers devaient être deux à deux ou simplement métamériques ou

identiques, suivant que leur constitution était asymétrique ou symétrique.

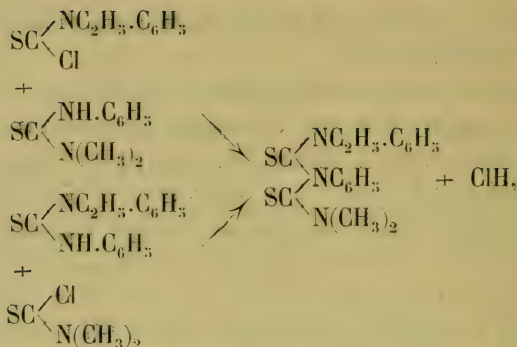
Mais pour opérer les synthèses nouvelles, il fallait commencer par chercher les conditions dans lesquelles elles se réaliseraient, celles dans lesquelles avait opéré M. Strohl étant tout à fait impropres et ne donnant, avec les corps nouveaux, aucun résultat saisissable ou seulement des rendements minimes en corps cristallisables. Malheureusement il ne fut plus donné à J. Gamet d'assister à la réussite de cette entreprise, et M. de Pury finit, seulement au bout de laborieuses recherches, par réaliser trois couples de dithiobiurets pentasubstitués.

Il fut constaté que pour réussir il faut éviter une élévation notable de la température; il se forme alors, lentement, par union directe des ingrédients, des chlorhydrates qui, décomposés en solutions alcooliques par la potasse caustique, fournissent les dithiobiurets cherchés. Ceux-ci furent purifiés par recristallisation dans l'alcool bouillant.

Dans quelques cas M. de Pury a réussi à isoler les produits d'addition en les précipitant de leur solution alcoolique par l'éther, dans lequel ils sont insolubles.

Or, contrairement à ce que nous attendions, M. de Pury constata que les dithiobiurets obtenus sont deux à deux *identiques* et non *métamériques*.

Il semblait en résulter que, dans ces cas, les thiurées tertiaires étaient entrées dans la réaction sous leur forme symétrique, que la substitution s'était faite à l'azote de l'urée et non au soufre, comme nous l'avions admis pour la précédente série; par exemple :



c'est-à-dire le chlorure éthyldiphénylthiocarbamique fournit par sa décomposition avec la diméthylphénylthiurée le même produit que celui qui résulte de l'action du chlorure diméthylthiocarbamique sur l'éthylthiocarbanilide.

Voici la description des produits de cette catégorie préparés par M. de Pury :

1. *Diméthyléthyldiphényldithiobiuret*, $\text{C}_2\text{S}_2\text{NC}_6\text{H}_5 \cdot \text{N}(\text{CH}_3)_2 \cdot \text{NC}_2\text{H}_5 \cdot \text{C}_6\text{H}_5$. — Se présente à l'état de cristaux isométriques bien développés, de couleur jaunâtre, facilement solubles dans l'alcool. Point de fusion $98^0,8$. M. de Pury n'a pas isolé de chlorhydrate.

2. *Diméthyldipropylphényldithiobiuret*, $\text{C}_2\text{S}_2\text{NC}_6\text{H}_5 \cdot \text{N}(\text{CH}_3)_2 \cdot \text{N}(\text{C}_3\text{H}_7)_2$. — Les ingrédients, $\text{CSN}(\text{CH}_3)_2\text{Cl}$ et $\text{CSH} \cdot \text{NC}_6\text{H}_5 \cdot \text{N}(\text{C}_3\text{H}_7)_2$ ou bien $\text{CSN}(\text{C}_3\text{H}_7)_2\text{Cl}$ et $\text{CSH} \cdot \text{NC}_6\text{H}_5 \cdot \text{N}(\text{CH}_3)_2$, mélangés ensemble et chauffés très légèrement, jusqu'à fusion, se réunissent avec dégagement de chaleur en formant un chlorhydrate. Celui-ci se sépare par addition d'éther à la solution alcoolique concentrée du produit de la réaction à l'état d'un précipité cristallin.

Par décomposition avec la potasse alcoolique, on en retire le biuret qui, dans les deux cas, forme de jolis cristaux presque incolores fondant à $80^{\circ},5-81^{\circ}$. Il est à remarquer que M. de Pury n'a pu obtenir un point de fusion constant et égal pour les corps résultant des deux couples d'ingrédients qu'après plusieurs recristallisations dans l'alcool chaud.

3. *Diméthyl-diéthylphényldithiobiuret*, $C_2S_2NC_2H_5.N(CH_3)_2.NC_2H_5.C_6H_5$. — Les deux systèmes d'ingrédients, $CSN(CH_3)_2Cl$ avec $CSH.NC_2H_5.NC_2H_5.C_6H_5$ et $CSNC_2H_5.C_6H_5.Cl$ avec $CSH.NC_2H_5.N(CH_3)_2$, donnent, comme pour le n° 2, un chlorhydrate facile à isoler, d'où résulte le biuret à l'état de prismes d'un jaune vif; point de fusion $113^{\circ},5-114^{\circ}$.

Il semblait donc que les thiurées tertiaires avaient agi, dans la série étudiée par M. de Pury, sous leur forme normale, tandis que dans les réactions étudiées par M. Strohl elles paraissaient avoir fonctionné sous la forme dite desmotropique. Si tel était le cas, la différence ne pouvait pas être attribuée aux ingrédients mis en jeu, mais devait être cherchée dans la différence des conditions d'expérience.

Je me proposai donc de répéter les expériences avec les ingrédients employés par M. Strohl, mais en évitant toute élévation de température (et en laissant de côté la base tertiaire que M. Strohl avait ajoutée pour fixer l'acide chlorhydrique dégagé pendant la réaction). Je m'attendais à obtenir ainsi des produits identiques là où précédemment avaient résulté des corps que nous avons envisagés comme métamériques.

C'est le contraire qui eut lieu. Voici en effet les résultats que je constatai.

Les ingrédients, chlorure éthylphénylthiocarbamique et propylthiocarbanilide d'une part, chlorure propylphénylthiocarbamique et éthylthiocarbanilide d'autre part, furent dissous dans le moins possible de chloroforme et la solution abandonnée à elle-même à la température ordinaire. Au bout de deux à trois jours, la première des deux solutions était en majeure partie prise en une masse cristalline, la seconde s'était épaissie considérablement. En broyant ces masses dans un mortier avec de l'éther ajouté par petites portions, les produits de la réaction se séparèrent à l'état de poudres cristallines d'un blanc jaunâtre qui, lavées à l'éther jusqu'à ce que celui-ci ne se colorât plus, représentaient les produits d'addition des ingrédients à l'état parfaitement pur. Or ces deux produits sont différents : celui résultant du premier couple d'ingrédients se dissout dans cinq parties d'alcool; en diluant cette solution avec de l'éther, il s'en sépare à l'état de petites tables rectangulaires isolées. Le second, un peu plus facilement soluble dans l'alcool, se précipite avec l'éther sous forme de petits cristaux légèrement jaunâtres, groupés en étoiles, en apparence clinorhombiques.

Ces deux corps ne possèdent pas de point de fusion déterminé, mais se décomposent sous l'influence de la chaleur. Ils abandonnent à la potasse les éléments d'une molécule d'acide chlorhydrique. On peut opérer cette décomposition quantitativement en se servant d'une solution alcoolique titrée de potasse caustique et de la phénolphtaléine comme indicateur. La solution alcoolique résultant d'une titration semblable, débarrassée par filtration du chlorure de potassium précipité, fournit, par évaporation, le dithiobiuret cherché.

Les produits résultant ainsi des deux chlorhydrates sont, comme ces derniers, différents entre eux, mais ils diffèrent de même complètement de ceux obtenus il y a quelques années, avec les mêmes ingrédients.

Le premier est à l'état de rhomboèdres très bien développés, d'un jaune pâle, facilement solubles dans l'alcool et dans l'éther. Point de fusion $68^{\circ},2$ à 69° .

Le second, présentant la même solubilité, n'a pas encore pu être obtenu à l'état cristallisé.

Les deux se transforment sous l'influence de la chaleur, lentement déjà à froid, en leurs isomères déjà connus.

Comment interpréter ce résultat ?

C'est évidemment à ces nouveaux corps instables et dont la différence est nettement accentuée, qu'il faut attribuer la formule asymétrique. Leurs anciens isomères correspondent alors aux dithiobiurets de constitution normale et symétrique de M. de Pury. Mais alors leur différence n'a plus de raison d'être ou elle doit s'expliquer par stéréoisomérisation. Leur constitution ne présentant aucun point d'appui pour une interprétation par stéréoisomérisation, j'ai soumis à une nouvelle comparaison les produits de transformation des dithiobiurets asymétriques et j'ai pu constater leur parfaite identité.

Les observations précédentes qui les avaient fait considérer comme différents étaient donc inexactes. Ces corps ayant été obtenus autrefois dans des conditions où la réaction est beaucoup moins nette, il faut croire qu'il s'y attachait avec obstination de faibles impuretés dont on ne pouvait pas les débarrasser par recristallisation. Du reste, l'erreur commise n'est pas à regretter, puisqu'elle a été le point de dé-

part de ces nouvelles recherches dont les résultats ne manquent pas d'intérêt.

Afin de ne pas embrouiller la nomenclature, je désignerai du nom de *pseudodithiobiurets* les combinaisons nouvelles à constitution asymétrique.

Les dithiobiurets de M. Strohl se présentant ainsi comme les produits d'une décomposition intramoléculaire de pseudodithiobiurets formés primitivement, il était à supposer qu'il dût en être de même des dithiobiurets de M. de Pury.

En effet, en opérant comme il vient d'être dit avec les ingrédients qui avaient fourni à M. de Pury le premier des dithiobiurets décrits, j'obtins les résultats suivants :

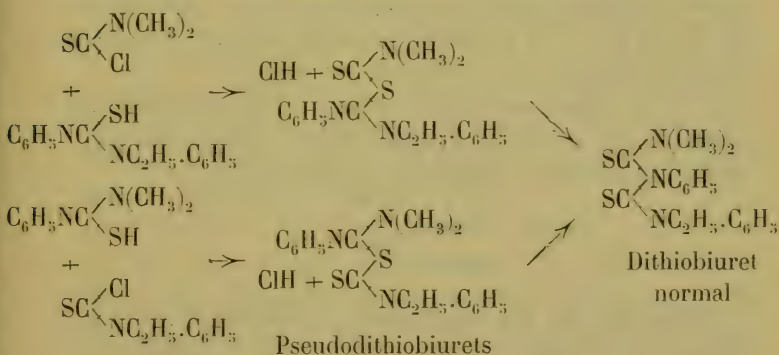
1. Le chlorure diméthylthiocarbamique et l'éthylthiocarbanilide fournissent un chlorhydrate soluble dans 15 parties d'alcool et cristallisant par addition d'éther sous forme de petits cristaux jaunâtres, en apparence orthorhombiques. En décomposant ce chlorhydrate en solution alcoolique par la quantité calculée de potasse caustique, la plus grande partie du pseudodithiobiuret mis en liberté se sépare à l'état d'un précipité blanc cristallin. En le dissolvant dans le chloroforme et le précipitant de cette solution par l'éther, on l'obtient sous forme de fines aiguilles blanches. Point de fusion 89°,8. Il exige environ 150 parties d'alcool pour se dissoudre.

2. Le chlorure éthylphénylthiocarbamique et la diméthylphénylthiocarbamide donnent un produit d'addition qui se dissout déjà dans moins de son double poids d'alcool et qui cristallise, après addition d'éther, en individus relativement grands et bien développés.

Le pseudodithiobiuret dégagé de ce chlorhydrate au moyen de la potasse caustique en solution alcoolique se précipite également en grande partie si la solution a été suffisamment concentrée. La partie qui est restée en solution se sépare presque complètement dans la glacière, sous forme de prismes jaunâtres. Solubilité dans l'alcool, environ 1:30. Point de fusion, 91°,2.

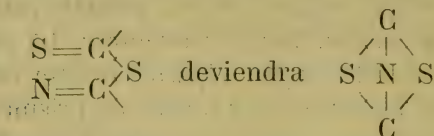
L'une et l'autre de ces deux combinaisons n'a qu'à être chauffée pendant quelque temps au bain-marie pour se convertir en le biuret normal facilement soluble de M. de Pury; point de fusion, 98°,8.

La transformation complète à partir des ingrédients, en supprimant les chlorhydrates, peut se formuler, pour ces deux derniers cas, comme suit :



En ce qui concerne le mécanisme de cette décomposition intramoléculaire, on ne peut guère admettre que l'atome de soufre qui, dans le pseudodithiobiuret, relie les deux atomes de carbone, échange l'une de ses valences contre une de celles de l'atome d'azote en double liaison avec le carbone. Il est bien plus

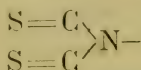
probable que les deux liaisons doubles que présente la molécule se changent en quatre liaisons simples :



Ce dernier complexe répond déjà à la condition de symétrie exigée pour expliquer l'identité des produits résultant de deux couples d'ingrédients différant par l'échange de deux radicaux hydrocarbonés.

Il est donc bien possible qu'il représente le groupement définitif des atomes de soufre dans nos dithio-biurets. Cela est d'autant plus probable que la double liaison entre carbone et soufre ne jouit pas d'une grande stabilité. Je n'en veux pour preuve que le fait qu'il n'a pas été possible jusqu'à présent d'obtenir des thiocétones à constitution normale.

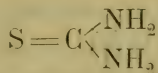
Il n'est cependant point exclu que le complexe en question ne soit que l'image d'une phase intermédiaire, laquelle se change en définitive en



Cette formule prévoit d'ailleurs l'état de liaison des atomes de soufre tel que nous sommes obligés de l'admettre dans les thiurées quaternaires.

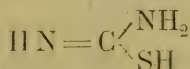
Les cas de transformation intramoléculaire que je viens d'exposer me paraissent avoir une certaine importance pour la question de la constitution des thiurées.

La composition de la thiurée est exprimée ordinairement par la formule symétrique



de laquelle on déduit alors aussi celles des thiurées substituées.

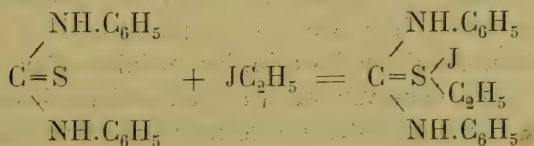
Or, on sait qu'en substituant dans la thiurée ou dans l'un de ses dérivés primaires, secondaires ou tertiaires, un radical quelconque à l'un des atomes d'hydrogène, le radical se fixe non pas à l'azote, mais au soufre, de sorte que le produit résultant se présente comme un dérivé de l'acide imidodithiocarbamique



Autrefois, on aurait conclu de faits semblables que la constitution de la thiurée et de ses produits de substitution doit être exprimée par cette dernière formule et que la formule symétrique est fausse.

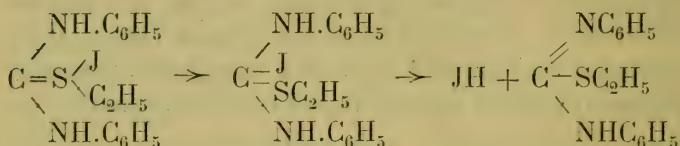
Aujourd'hui, deux hypothèses sont en présence pour interpréter ces phénomènes:

1. Claus¹, Will et d'autres estiment qu'il n'y a pas lieu de changer la formule des thiurées. Les réactions en question se passent en deux phases. La première est une union directe: les deux composants de la combinaison halogénée se fixent sur le soufre ayant passé à l'état tétratomique, par exemple:



¹ *Journal für praktische Chemie*, 47, 135.

Dans la seconde, précédée, d'après Claus, d'une phase intermédiaire où l'halogène passe en combinaison directe avec le carbone, il se détache une molécule d'hydracide (J H); le soufre, redevenu diatomique, ne reste plus lié au carbone qu'avec l'une de ses valences, tandis que la valence de carbone devenue ainsi disponible se sature avec celle de l'atome d'azote mise à disposition par le départ d'un atome d'hydrogène.

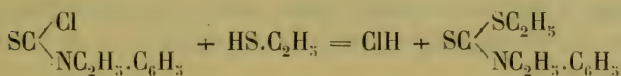


Cette manière de voir est appuyée par le fait que, non seulement les sulfures des alkyles, mais aussi des combinaisons contenant sûrement du soufre en liaison double, telles que les thiurées quaternaires, forment de semblables produits d'addition.

Cela prouve seulement que les combinaisons de ce dernier genre ne sont pas incapables de subir de semblables additions; mais de là à conclure d'une réaction pareille à la présence de soufre en liaison double il y a loin.

En ce qui concerne les réactions dont il est question dans le présent travail, j'ai constaté que les chlorures thiocarbamiques secondaires peuvent, en effet, s'unir, eux aussi, aux thiurées quaternaires, mais l'union a lieu beaucoup plus lentement et imparfaitement qu'avec les thiurées tertiaires. Par contre, je n'ai pu observer aucun phénomène d'addition, aucune réaction, entre un de mes chlorures thiocarbamiques secondaires et le phénylsénévol.

Il est vrai que dans les cas qui nous occupent il s'agit du groupe SH, et je ne connais aucun exemple d'une combinaison formée par union directe d'un composé halogéné avec un sulfhydrate. Cependant, dans la réaction du mercaptan sur l'iodure d'éthyle, il faut bien admettre une première phase, instable il est vrai, d'union directe. De même, dans l'action du mercaptan sur un chlorure thiocarbamique. La réaction suivante :



s'accomplit à froid et bien qu'un produit d'addition n'ait pas pu être saisi, il n'y a pas de raison pour ne pas en admettre la formation passagère. Son instabilité est due sans doute à la mobilité de l'alkyle, jointe à celle bien plus grande encore de l'atome d'hydrogène du groupe SH.

Je ne désespère pas de trouver un sulfhydrate qui engendre avec un composé halogéné un produit d'union pouvant être isolé.

Si les urées tertiaires réagissent plus facilement que les urées quaternaires, la cause doit en être à l'atome d'hydrogène dont on cherche à fixer la position. Or, on ne comprend pas l'influence qu'il pourrait exercer sur la marche de la réaction, étant lié à l'azote. Dans les cas où le dédoublement succède immédiatement à l'union directe, il pourrait être censé favoriser la réaction en empêchant celle en sens inverse de se produire. Mais cette explication tombe, lorsque le produit de l'union est stable.

La seule tentative qui ait été faite, à ma connaissance, pour démontrer directement la constitution

symétrique des thiurées, est due à H. Goldschmidt¹. Il déduit l'absence d'un groupe SH dans les thiurées du fait que ces corps n'agissent pas sur l'isocyanate de phényle ou que la réaction a lieu dans un autre sens qu'avec les mercaptans. Sans entrer ici en détail dans le raisonnement de Goldschmidt, je me borne à dire que je ne puis pas envisager sa preuve comme concluante, d'autant moins que l'interprétation qu'il donne des réactions dans lesquelles les thiurées semblent réagir sous leur forme dite tautomérique me paraît incompatible avec la formation de produits d'addition.

2. L'hypothèse qui me paraît réunir la plupart des suffrages est celle-ci : les thiurées sont des combinaisons tautomériques, c'est-à-dire qu'elles peuvent se présenter sous deux formes dites desmotropiques correspondant aux deux formules de constitution données plus haut pour la thiurée proprement dite.

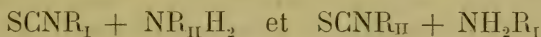
Sans m'étendre ici sur la notion même de la tautométrie, encore passablement vague, je m'en tiendrai à celle de ses variantes qui me paraît la mieux accréditée, afin de préciser et de discuter l'hypothèse ci-dessus.

Les thiurées se présentent ordinairement, notamment à l'état solide, sous la forme normale, symétrique. En solution, celle-ci est encore la forme la plus stable, mais une fraction, peut-être minime, des molécules peuvent passer, par décomposition intramoléculaire, dans la forme asymétrique. Entre les deux, il se produira bientôt un état d'équilibre dynamique où les transformations dans les deux sens se

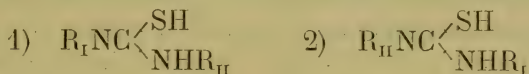
¹ *Berichte d. d. chem. Gesellschaft*, XXIII, 271.

compensent réciproquement. Un réactif, qui interviendra, s'attaquera à celle des deux modifications qui convient à sa nature et l'éliminera ainsi au fur et à mesure de sa formation, laquelle continuera naturellement jusqu'à ce que tout y ait passé, de sorte que l'effet final sera le même comme si cette modification seule avait été en présence.

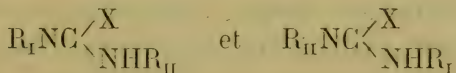
C'est très bien. Seulement, quelles raisons a-t-on pour attribuer à la forme symétrique une plus grande stabilité qu'à la forme asymétrique? Je n'en vois qu'une, c'est l'identité des thiurées résultant des deux couples suivants :



qui, avec la constitution asymétrique, devraient être formulées comme suit :



L'objection ne me paraît pas concluante. En effet, si jamais la notion de la tautométrie se justifie, c'est dans un cas comme celui-ci; et si, comme ce sera ordinairement le cas, l'une des deux formes est plus stable que l'autre, c'est celle-là seule qui existera à l'état solide. Je n'accorderai de la valeur à cet argument que lorsqu'il sera démontré qu'il existe deux combinaisons ayant pour formules



En attendant, je vois dans l'amour de la symétrie et dans l'analogie avec les urées la vraie raison pour la-

quelle on maintient avec tant d'obstination la constitution dite normale pour les thiurées. Pour ne pas parler de la première, quoique sa puissance sur les esprits me paraisse être très grande, la différence dans le caractère chimique des urées et des thiurées montre précisément que cette analogie n'existe pas. Théoriquement, elle n'est pas non plus à prévoir. Du fait que l'oxygène et le soufre se comportent d'une façon analogue à l'égard d'éléments positifs, il ne s'ensuit pas qu'il doive en être de même à l'égard de l'azote. Les doubles liaisons entre oxygène et carbone sont relativement très stables; celles entre soufre et carbone le sont si peu que les thioaldéhydes et les thiocétones simples sont presque inconnues; la stabilité des doubles liaisons entre azote et carbone paraît être intermédiaire. Il semble tout naturel que, trois valences d'un atome de carbone étant à répartir entre un atome d'oxygène et un atome d'azote, le premier en prenne deux, tandis que s'il s'agit de leur répartition entre un atome de soufre et un atome d'azote, ce soit celui-ci qui entre de préférence en liaison double.

On attribue à l'acide thiocyanique la formule $CN.SH$, tandis que la constitution de l'acide cyanique est généralement exprimée par la formule $CO:NH$.

Toutes ces considérations générales me paraissent être appuyées par les faits que je viens de faire connaître.

Si, comme je crois l'avoir démontré, on doit attribuer à l'hydrogène mobile, fixé directement à l'azote ou au soufre des thiurées, un rôle dans les transformations que subissent ces combinaisons, elles sont entrées en réaction sous la forme asymétrique. Elles ont donné naissance à des produits *instables* se trans-

formant très facilement en des combinaisons stables, et ces dernières sont précisément celles qui auraient dû résulter directement si les thiurées avaient agi sous la forme symétrique.

Si, conformément à l'hypothèse de la tautométrie, les deux espèces de molécules de thiurées étaient en présence, celles à constitution symétrique probablement même en plus grand nombre, on ne comprend pas pourquoi les chlorures thiocarbamiques, qui agissent pourtant facilement sur les amines primaires et secondaires, n'attaqueraient que les molécules à constitution asymétrique pour former des produits instables, alors qu'en agissant sur celles à constitution symétrique, ils auraient donné naissance directement à des produits stables.

Ces réflexions militent donc en faveur de la seule présence de molécules à constitution asymétrique, en d'autres termes, en faveur de la constitution asymétrique des thiurées.



EUGÈNE MAULER

1835-1893

PAR PAUL GODET, PROFESSEUR

La Société des sciences naturelles de Neuchâtel a fait, cette année, une perte sensible, en la personne de M. Eugène Mauler.

Né en France, à Lille, le 4 décembre 1835, M. Mauler, qui appartenait à une famille française, vint, jeune encore, habiter le Val-de-Travers. Du côté maternel, il descendait de la famille Benoit, des Ponts, et en particulier du fameux Benoit qui vivait au siècle passé et qui s'était acquis une certaine célébrité comme peintre sur émail et naturaliste. — Il fit ses études au Collège de Neuchâtel, où il était étudiant vers 1853 ou 1854. Une fois en âge d'embrasser une carrière, il choisit celle de l'horlogerie, et, pour se perfectionner dans cet art, il se rendit à Londres, où il fut l'élève de Frodsham, l'un des chronométriers les plus renommés de ce siècle. De retour en Suisse, M. Mauler fut appelé à diriger l'importante fabrique d'ébauches de montres de Travers et en resta le chef pendant vingt-trois années. Puis il vint s'établir à Neuchâtel, où il ne tarda pas à se faire apprécier et à rendre d'importants services. Tout en continuant à s'occuper d'horlogerie, il consacrait ses loisirs à l'histoire naturelle. C'est en 1876, à l'établissement hydrothérapique de Brestenberg, au bord du

lac de Hallwyl, qu'il avait commencé à s'en occuper. Atteint cette année-là d'une grave angine de poitrine, il avait dû se rendre à Brestenberg, et là, sur le conseil du médecin qui l'avait accompagné et pour se passer le temps, car l'inaction lui était odieuse, il entreprit de s'occuper de microscopie. Grâce à sa persévérance, il devint promptement habile dans cet art, où sa dextérité d'horloger ne lui fut pas inutile, et commença par étudier la flore et la faune microscopiques du lac de Hallwyl ; mais bientôt les matériaux venant à lui manquer, il se mit en relation avec quelques micrographes anglais et américains, qui lui envoyèrent des récoltes. A partir de ce moment, l'histoire naturelle, surtout l'étude des êtres microscopiques et en particulier celle des diatomées, tint une grande place dans sa vie.

En 1877, il fut nommé membre correspondant de la Société belge de microscopie. Dans une notice sur M. Mauler, publiée dans le Bulletin de la dite société, par M. Van Hœrck, le micrographe bien connu, nous lisons ces mots : « M. Mauler excellait à faire des préparations de frustules de diatomées *in situ* ; nous en possédons de lui qui sont de toute beauté. » Loin de nuire à sa santé, ce travail fut pour lui une source constante de calme et de repos, aussi bien que d'intérêt. Lorsque ses nerfs ébranlés lui interdisaient toute autre occupation, il allait s'asseoir devant son microscope et, armé d'un poil de blaireau, il piquait des diatomées avec une rare habileté et en faisait de fort belles préparations. De retour du Brestenberg, M. Mauler fit de nombreuses recherches dans les étangs du Val-de-Travers et dans la Reuse, et parvint ainsi, surtout au moyen d'échanges, à réunir une magnifique collection

de préparations microscopiques et en particulier de diatomées ¹. Il serait éminemment désirable que le catalogue des espèces recueillies dans notre pays fût publié et nous espérons vivement que la famille du défunt voudra bien y consentir.

En février 1878, M. Mauler alla faire un séjour à Paris, où il fit la connaissance de M. Paul Petit, pharmacien et diatomiste, qui l'introduisit dans le laboratoire de MM. Ranvier et Latteux, où il fit des préparations histologiques. Il s'est toujours beaucoup intéressé à l'histologie; malheureusement il n'a pu y consacrer assez de temps et sa collection, dans cette branche, est surtout composée de préparations étrangères, reçues en présent, échangées ou achetées.

M. Mauler s'est aussi beaucoup occupé de photographie, non en simple amateur, mais en connaisseur, appliquant à cet art, comme à toutes choses, le besoin de perfection qui le caractérisait. Il adapta lui-même son microscope à un appareil photographique de manière à pouvoir confectionner des photographies microscopiques et parvint, dans ce genre, à des résultats très satisfaisants. Quelques épreuves photographiques, exposées à Neuchâtel lors de l'exposition qui a eu lieu il y a deux ans, ont été justement admirées et ont montré ce qu'il aurait pu faire dans ce domaine.

Après avoir liquidé définitivement sa fabrication d'horlogerie, M. Mauler, nommé professeur à l'École de commerce de Neuchâtel, avait l'intention de se vouer entièrement à la science de la nature, lorsque sa mort, survenue le 10 mai 1893, vint renverser ce

¹ La collection de diatomées de M. Mauler comprend près de six mille préparations.

projet et détruire les espérances de ses amis et de sa famille.

La ville de Neuchâtel doit à M. E. Mauler une large part de reconnaissance pour les services qu'il lui a rendus, avec un complet désintéressement, comme membre de la Commission scolaire, de celles de l'Ecole d'horlogerie et du Musée d'histoire naturelle.

Tous les articles nécrologiques publiés à son sujet font ressortir la solidité de son caractère, la sûreté de ses relations, son obligeance inépuisable. A ces belles qualités, nous devons ajouter une admirable modestie, une conscience extrême, même dans les plus petites choses, et un incroyable besoin de perfection. Toujours mécontent de ce qu'il faisait, il n'a jamais eu le courage de rien publier et, bien que maître en son art, il attendait d'être arrivé à une perfection relative pour faire connaître le résultat de ses recherches. Exemple extrêmement louable et que devraient imiter bien des naturalistes qui se hâtent de publier des données incomplètes et des résultats contestables, encombrant ainsi d'erreurs le chemin de la science. Toutefois, l'on peut dire que notre ami poussa trop loin ses scrupules.

Nous ne pouvons mieux terminer qu'en citant ici quelques mots de l'article nécrologique publié par le *Courrier du Val-de-Travers* :

« Je ne veux pas, dit l'auteur, insister sur la carrière commerciale si remplie que M. Mauler a fournie comme chef de deux importantes fabriques d'horlogerie. Les témoignages de haute estime et de respectueuse affection qui lui ont été rendus par les autorités communales et par la population de Travers, au

moment de son départ de ce centre industriel, me dispensent d'entrer dans des détails à ce sujet.....

« C'est donc une belle et noble figure qui vient de disparaître et je saisis cette occasion de rendre à la mémoire d'un homme qui a honoré sa patrie d'adoption, l'hommage de respect et d'admiration qui lui est dû: »



PLAN INCLINÉ DE LA GARE DE SERRIÈRES

PAR H. LADAME, INGÉNIEUR

(Communiqué dans la séance du 15 juin 1893.)

La collaudation du plan incliné de la gare de Serrières par le Département fédéral des chemins de fer a eu lieu le 14 mars 1892, et cette ligne, dont j'ai présenté le projet dans la réunion de la Société du 13 mars 1889, a été ouverte à l'exploitation le 2 juin 1892.

Voici les principaux éléments de cette installation :

Longueur du parcours mesuré suivant la pente,	54 ^m ,70
Différence de niveau, de centre à centre des wagons, aux stations extrêmes,	28 ^m ,20
Inclinaison de la ligne,	60 ‰
Rayons des courbes de l'évitement,	60, 100 et 176 ^m
» » en dehors de l'évitement,	100 ^m
Long. de l'évitement, mesuré suivant la pente,	15 ^m
Larg. de la plateforme au niveau des traverses,	2 ^m ,85
Longueur des alignements par rapport à la longueur totale,	30 ‰
Longueur du pont en fer sur la Serrières,	26 ^m
Infrastructure,	béton
Système de voie,	à deux rails
Largeur de la voie,	1 ^m
Hauteur des rails,	127 ^{mm}
Poids des rails par mètre courant,	33 ^{kg}
Longueur des traverses courantes,	1 ^m ,80

Nature des traverses, cornières de Burbach	$\frac{120 \times 80}{10}$
Charge de rupture du câble,	23000kg
Poids du câble par mètre courant,	1kg,78
Diamètre du câble,	19mm,5
Résistance spécifique à la rupture par mm ² , la densité de l'acier étant 7,9,	$\frac{23000 \times 7,9}{1,78 \times 1000} = 102\text{kg}$
Charge maximum admise pour le câble,	3600kg
Le poids du wagon transbordeur est de	3500kg
Le cube d'eau maximum qu'il peut contenir est de	3500kg
	Ensemble 7000kg
Sin (60 ‰) = 0,5145, d'où P sin = 3600	
Sécurité (Sicherheitsgrad des Kabels),	$\frac{23000}{3600} = 6,4$
Construction du câble, Felten et Guillaume, cloisonné	
Chargement admis sur la plateforme du wagon trans- bordeur,	3 vagonnets de 800kg = 2400kg
Tare par 100kg de la charge max.,	$\frac{3500}{24} = 146\text{kg}$
Diamètre de la poulie principale,	2 ^m ,50
Nature de la couronne de cette poulie,	frêne
Diam. des poulies guides (grosse Leitrollen),	1 ^m ,50
Nature de la couronne de ces poulies,	frêne
Diam. des poulies porteuses, dans les courbes,	360mm
» » » en alignement,	240mm
Nature de la couronne de ces poulies,	fonte ordin ^{re}
Distance des poulies dans les courbes,	7 ^m
» » en alignement,	10 ^m
Angle de déviation vertical du câble sur les poulies guides,	35°

Distance des essieux du wagon,	2 ^m ,80
Quantité d'eau néces ^{re} p ^r une course à vide,	0 ^m ³ ,600
Vitesse de marche admise par seconde,	1 ^m ,50
Frein à ruban avec régulateur de vitesse.	
Coût de l'installation,	68700 fr.
Coût par mètre courant de voie,	$\frac{68700}{55} = 1250$ fr.
Taxe par wagon complet de 10000 ^{kg} ,	9 fr.50
Nombre d'employés, soit un receveur, un mécanicien, un facteur,	3



PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES

Année 1892-1893

SÉANCE DU 11 NOVEMBRE 1892

Présidence de M. BILLETER

Quatorze membres sont présents.

En ouvrant la séance, M. BILLETER communique une lettre qu'il a reçue de M. L. Du Pasquier, dans laquelle ce dernier propose qu'à l'avenir le bureau ne soit pas immédiatement rééligible en bloc, mais qu'il y ait une certaine rotation dans les charges de la Société, ce qui aurait pour avantage d'intéresser un plus grand nombre de personnes aux affaires de la Société. Cette proposition sera discutée après la nomination du bureau.

Nomination du bureau. — M. Paul GODET est élu président, M. O. BILLETER, vice-président, M. F. TRIPET, secrétaire-rédacteur du Bulletin, MM. Léon Du PASQUIER et Pierre DE MEURON, secrétaires. On procédera à l'élection du caissier lorsque M. le D^r DE PURY aura présenté les comptes de l'exercice courant.

En l'absence de M. Godet, M. Billeter préside la séance.

MM. HIRSCH et BILLETER présentent comme candidat M. *Arndt*, aide-astronome à l'observatoire cantonal.

M. F. TRIPET lit une lettre de M. L. Du PASQUIER, empêché d'assister à la séance, et qui annonce qu'il est rentré jusqu'à présent 75 questionnaires sur les blocs erratiques. M. Du Pasquier présentera un rapport détaillé aussitôt qu'il aura pu procéder à certaines vérifications.

M. TRIPET annonce ensuite que le Bulletin va paraître et donne des explications au sujet de la non publication des tableaux des hauteurs des lacs du Jura.

Les documents pour l'un de ces tableaux se trouvent entre les mains de M. Aug. Borel, ingénieur, à Neuchâtel. L'autre tableau avait été établi par M. Alf. Rychner, mais les frais qui en seraient résultés en ont seuls empêché la publication.

Communication de M. O. BILLETER, professeur : *Analyse des vins de 1892 et sur quelques maladies des vins*. Les vins de 1892, contrairement à l'attente générale, ne seront pas au-dessus d'une bonne moyenne : un seul échantillon de vin blanc, provenant de Cressier, atteint 9,8 % d'alcool. Le maximum pour le rouge est donné par un échantillon de Neuchâtel-ville (quartier des Parcs) 10,4 %. Les extraits et les cendres ne dépassent pas non plus la normale ordinaire.

M. Billeter passe en revue les maladies les plus fréquentes qui s'attaquent aux vins et décrit ce que l'on sait des modifications chimiques qu'elles y apportent. Nos connaissances ne sont pas encore bien avancées sur ce sujet et ce sont toujours les travaux déjà anciens de Pasteur qui sont classiques en la matière. *La tourne* transforme l'acide tartrique en acide tartronique, diminue la quantité de glycérine et d'extrait et modifie profondément et irrémédiablement la nature du vin. *La fleur* diminue les cendres, la glycérine, l'extrait, etc. M. Billeter présente quelques échantillons de vins malades et cite un cas où l'analyse a pu rendre de grands services dans une affaire judiciaire en permettant de démêler la nature et les conditions d'un mélange dont un des composants avait été malade.

Au sujet de cette communication, M. HIRSCH fait observer que si les vins de 1892 ne sont pas exceptionnels, cela tient à ce que, contrairement à l'impression générale, l'été de cette année n'a pas été particulièrement chaud.

La température n'a pas dépassé la normale et le maximum moyen pour Neuchâtel n'a pas été atteint.

M. CONNE, au nom de M. Maurice TRIPET, communique une lettre d'Osterwald, le cartographe, datée de 1812, dans laquelle il propose l'introduction dans notre pays de l'industrie des instruments de précision pour remplacer l'horlogerie qui déjà alors subissait une crise.

La proposition de M. L. Du Pasquier, lue au début de la séance, est renvoyée au bureau, qui est en même temps chargé de présenter un projet de règlement révisé.

SÉANCE DU 25 NOVEMBRE 1892

Présidence de M. Paul GODET.

Seize membres présents.

Le procès-verbal de la dernière séance est lu et adopté après une observation de M. le professeur HIRSCH.

M. P. GODET annonce que le Comité présentera sous peu un projet de règlement révisé.

Il communique ensuite une lettre annonçant la mort de M. le professeur Louis DUFOUR, membre honoraire de notre Société.

M. ARNDT, aide-astronome à l'Observatoire, est élu membre actif de la Société, à l'unanimité des voix.

M. le D^r F. DE PURY rend les comptes de 1890 à 1891, dont le résultat est le suivant:

Débit de Caisse	Fr. 4576,40
Avoir	» 2041,37
Solde en caisse	<u>Fr. 2535,03</u>

M. DE PURY demande qu'il soit procédé à la nomination d'un nouveau caissier, qui serait chargé de percevoir les cotisations de 1893, tandis que lui-même resterait chargé

des comptes de 1891 - 1892 jusqu'à ce qu'il ait pu les boucler. Après trois tours de scrutin, M. Jean DE PERREGAUX est nommé caissier.

Communication de M. JACCARD, lue par M. TRIPET : *Sur l'Urgonien supérieur des environs d'Auvernier*. L'établissement des tranchées du Régional Neuchâtel-Cortailod-Boudry et les fondations du Collège de Serrières ont permis à M. Jaccard d'étudier l'urgonien de cette région, qui est représenté par un banc de calcaire blanc jaunâtre, à taches de nature bitumineuse et contenant les fossiles caractéristiques de l'étage, réduits à l'état de moules intérieurs ou extérieurs. (Voir page 51.)

M. HIRSCH donne quelques renseignements sur la comète actuellement visible, découverte le 6 novembre, par *Holmes* en Angleterre, et sur laquelle certains journaux ont publié des données absurdes. D'après ces journalistes-astrologues, la comète Holmes s'approcherait tellement de la Terre qu'elle y causerait de grandes perturbations, d'après les uns, une espèce de petit dernier jour, d'après les autres, qui ont entendu parler de la relation découverte par Schiaparelli entre les flux d'étoiles filantes et les comètes, la comète Holmes devait nous gratifier au moins d'un splendide feu d'artifice céleste.

Il n'en est rien; la comète de Holmes est une comète tout ordinaire et fort innocente, qui n'a pas même de queue et qui, d'après les éléments les plus probables qu'on a pu calculer jusqu'à présent, ne s'est point approchée de la Terre que d'environ la double distance du Soleil : aussi les phénomènes des météores de novembre (les Léonides), dont l'orbite coïncide à peu près avec celle de la comète 1866 1, n'ont rien montré d'extraordinaire cette année.

A ce sujet, M. Hirsch ajoute que le soupçon qui — d'après les observations des premiers jours, parmi lesquelles se trouvaient quelques-unes du Collège Romain, peu exactes — était venu à l'esprit de M. Berberich (astronome du

bureau de calcul de Berlin), d'une connexité entre la comète Holmes et celle de *Biela*, ce qui aurait justifié la supposition d'une relation entre la nouvelle comète et les météores de novembre, ne s'est pas vérifié du tout. Déjà les orbites paraboliques que MM. Berberich et Kreutz ont pu calculer, le 15 et le 18 novembre, avaient obligé les astronomes à abandonner cette hypothèse, et d'après l'orbite elliptique, calculée par M. Krüger, à Kiel, il ne peut plus en être question. Par contre, ces éléments elliptiques, que M. Hirsch vient de recevoir, permettent de prévoir un rapprochement assez considérable de Jupiter : car le demi-grand axe de la comète Holmes est de $a = 3,6908$ (celui de Jupiter 5,2038), son excentricité va jusqu'à $e = 0,4172$ et la longitude du périhélie $13^{\circ} 38'$ (celle de Jupiter $11^{\circ} 55'$).

L'état du ciel, très peu favorable pendant tout le mois de novembre, n'a permis d'observer la comète à Neuchâtel que pendant deux nuits, et les nuages ayant empêché jusqu'à présent de déterminer les étoiles auxquelles M. Arndt a comparé la comète, il faudra attendre pour juger jusqu'à quel point ses observations s'accordent avec les nouveaux éléments elliptiques. Dans notre lunette, la comète Holmes ne montrait pas de queue, les traces seulement d'une chevelure et un très faible noyau un peu excentrique, de sorte qu'elle ressemblait à une nébuleuse ronde, celle d'Andromède, par exemple; son intensité était, dans la nuit du 18 novembre, comparable à celle d'une étoile de huitième grandeur. Cette intensité du reste décroît rapidement; prenant celle du jour de sa découverte (6 novembre) pour unité, elle se trouve réduite actuellement à $\frac{2}{3}$ environ. Il faut donc renoncer à la voir à l'œil nu.

M. HIRSCH présente en outre les courbes des variations des latitudes observées à Berlin, Prague, Vienne et à Honolulu. Ces courbes corroborent les renseignements donnés sur ce sujet par M. Hirsch à la Société au prin-

temps dernier. Elles mettent en évidence le parallélisme presque absolu, mais de sens contraire, que présente ce phénomène dans les deux hémisphères.

M. P. GODET fait voir quelques échantillons de monstruosité chez l'escargot des vignes. Ces monstruosité, du type *scalaris*, consistent dans un allongement de la spire de la coquille.

SÉANCE DU 9 DÉCEMBRE 1892

Présidence de M. Paul GODET

Neuf membres sont présents.

Après lecture et approbation du procès-verbal, M. le PRÉSIDENT annonce que le Comité a examiné les comptes de 1890-1891, présentés par M. le Dr de Pury dans la dernière séance et qu'il en recommande l'approbation. En conséquence, décharge en est donnée à M. de Pury avec remerciements.

Il est fait lecture de deux lettres, l'une de M. le Dr Orz, de Couvet, qui donne sa démission de membre de la Société, l'autre de la Société d'Emulation du Doubs, qui invite notre Société à sa séance annuelle pour le 15 décembre. Le bureau est chargé d'envoyer un délégué ou de remercier par l'envoi d'une lettre.

Communication de M. Pierre de Meuron : *Sur la grande Salamandre du Japon*. M. DE MEURON présente un exemplaire de ce curieux amphibien, qu'il a rapporté du Japon pour le Musée de notre ville. Il donne quelques détails sur ses mœurs, son habitat, son anatomie et sa position zoologique. On trouve le *Cryptobranchius japonicus* dans le lac Biva et ses affluents, province d'Omi (Japon central). Il a été découvert vers 1728 par de Siebold, qui en amena l'année suivante un exemplaire en Europe. Cet animal vit

encore au jardin zoologique d'Amsterdam et mesure près de 1^m,50 de longueur. Le cryptobranche est un parent assez rapproché du fameux *Andrias Scheuchzeri*, des couches d'Eningen (*homo diluvii testis*). L'exemplaire présenté à la Société mesure 0^m,75 de longueur environ.

M. L. FAVRE communique une brochure de M. J. Marcou, géologue à Cambridge, près de Boston, qui contient de nombreux renseignements sur le *Geological Survey* des Etats-Unis.

M. le prof. R. WEBER présente deux échantillons de nouveaux câbles téléphoniques sans induction. L'un se présente sous la forme d'une lanière dans laquelle les conducteurs de cuivre sont entrecroisés, l'autre emploie comme isolateurs du papier paraffiné renfermant dans ses plis une certaine couche d'air qui en augmente le pouvoir isolant.

SÉANCE DU 6 JANVIER 1893

Présidence de M. Paul GODET

Neuf membres sont présents.

Après la lecture du procès-verbal, qui ne donne lieu à aucune observation, M. le PRÉSIDENT annonce que certains membres désireraient voir porter le jour de nos séances au jeudi, comme cela avait lieu jadis. Après une discussion dans laquelle chacun relève les inconvénients du jeudi ou du vendredi et les avantages de l'un et l'autre jour, il est décidé de renvoyer la décision à la prochaine séance. L'ordre du jour devra indiquer cette discussion afin que le plus grand nombre possible de membres de la Société puissent se prononcer sur cette question.

Communications de M. Jaccard. M. L. DU PASQUIER, au nom de M. JACCARD, lit les deux notes suivantes : 1° *Sur les Polypiers des terrains crétacés dans le Jura* (Voir p. 56):

2° *Sur les différents niveaux de Spongitaires dans le crétacé du Jura* (Voir p. 61), notes qui paraîtront dans le Bulletin. Les éponges sont abondantes un peu partout et les poly-piers, qu'on trouve également dans tous les étages, sont particulièrement nombreux dans les couches de Villers-le-Lac, où M. Jaccard en a constaté une cinquantaine d'espèces environ.

M. GODET fait une communication sur les déformations de coquilles de bivalves habitant les eaux douces. Sous l'influence du mouvement de l'eau et des particules solides qu'elle entraîne, et aussi peut-être sous l'influence d'algues calcaires encroûtant le bord de la coquille, celle-ci s'allonge en se recourbant et donne naissance à des formes souvent décrites comme variétés ou même espèces nouvelles. On n'est pas fixé nettement sur la cause de cette déformation, soit qu'il s'agisse d'un processus de protection des orifices respiratoires du manteau, soit qu'il faille y voir le résultat plus ou moins pathologique d'une inflammation du bord du manteau, occasionnée par les agents mécaniques indiqués ci-dessus.

SÉANCE DU 20 JANVIER 1893

Présidence de M. Paul GODET

Dix membres sont présents.

Le procès-verbal de la dernière séance est lu et adopté. On passe à la discussion sur la proposition de changer le jour des séances: la Société se prononce à une forte majorité en faveur du jeudi. En cas d'empêchement, la séance pourra être tenue un autre jour.

Sont démissionnaires: MM. *Albert de Coulon*, *Frédéric de Bosset*, *William Wavre* et *Maurice de Perrot*, qui ont refusé le paiement de leur cotisation.

M. JACCARD a envoyé une note sur les *eaux souterraines*, dans laquelle il rend compte des recherches de M. Daurée, et introduit une série de communications plus spéciales sur l'hydrologie du Jura.

M. le Dr G. BOREL parle ensuite de l'*extraction de corps étrangers de l'intérieur de l'œil*. Il relève d'abord l'importance croissante des accidents dus à l'introduction de corps étrangers dans l'œil. La fréquence de ces accidents est telle que dans les usines métallurgiques de la Silésie, on compte en moyenne trois lésions par ouvrier, — dont 1 % amènent la cécité. Cette proportion, pour n'être pas aussi grande chez nous, n'en suit pas moins une augmentation rapide.

La gravité des lésions est variable. Si le globe oculaire n'est pas perforé, l'accident est, le plus souvent, sans gravité; au contraire, s'il y a perforation, l'infection survient dans la règle. Lorsqu'un corps étranger a été introduit et est resté dans le corps vitré, on doit considérer l'œil comme perdu: car, quoique ces corps étrangers puissent parfois rester fort longtemps dans l'œil sans y produire de troubles graves, ces troubles surviennent tôt ou tard, amenant la cécité généralement par suite d'ophtalmie sympathique. M. Borel nous montre par là combien est défectueuse la loi fédérale sur les accidents, qui sanctionne la prescription après un an.

Ensuite M. Borel expose quelques opérations qu'il a eu l'occasion de faire ces derniers temps et démontre une série de remarquables préparations exécutées par M. le Dr Eperon, à Lausanne.

L'un des cas les plus intéressants dont parle M. Borel est celui d'un jeune garçon qui, le 19 septembre dernier, a reçu dans l'œil un éclat de fil de fer. Le 22 septembre, on constate une forte inflammation et une hémorrhagie intérieure considérable; le 29, M. Borel extrait du corps vitré un fragment de fil de fer de 19^{mm} de long, qui avait

embroché l'œil de part en part. Dès le lendemain, les douleurs ont disparu, le 24 octobre, l'acuité visuelle est remontée à 0,6; elle est normale le 5 novembre. A l'ophthalmoscope, on constate encore une longue cicatrice provenant d'une déchirure de la rétine.

SÉANCE DU 9 FÉVRIER 1893

Présidence de M. O. BILLETER, vice-président

Dix-neuf membres présents.

Après l'adoption du procès-verbal de la dernière séance, M. BILLETER annonce la candidature de M. *Alfred Schlumberger*, ingénieur à la fabrique de Cortaillod, présenté par MM. Ed. BERTHOUD et Fr. BOREL.

Puis M. ISELY parle *sur les propriétés harmoniques des miroirs et des lentilles* (Voir p. 100).

M. Isely a été frappé de ne trouver dans la plupart des grands traités de physique aucune application de la théorie des harmoniques aux miroirs et aux lentilles. Il rappelle que trois quantités, telles que $a > b > c$, sont

en proportion *harmonique* lorsque $\frac{a-b}{b-c} = \frac{a}{c}$. Cette

expression de proportion *harmonique* est empruntée à l'acoustique : c'est la proportion des longueurs de corde donnant les trois tons de l'accord parfait. Par extension, on dit en géométrie que quatre points sont en relation harmonique lorsque leurs distances respectives satisfont à la relation ci-dessus.

Or, la formule fondamentale des miroirs sphériques

$$\frac{2}{b} = \frac{1}{c} + \frac{1}{a}$$

étant précisément une relation harmonique, M. Isely en déduit une nouvelle méthode purement géométrique, basée sur les propriétés des quadrilatères complets, pour construire la caustique par points; soit, dans le cas spécial d'un miroir de faible ouverture, pour trouver le foyer conjugué d'un point donné.

M. WEBER rappelle d'autres constructions basées sur la géométrie analytique.

M. F. BOREL présente une communication *sur un moteur électrostatique*, en rappelant que depuis une douzaine d'années les efforts des électriciens se concentrent sur le transport de la force. Pour transporter la force motrice à distance, on a employé : les courants continus de haute tension, les courants alternatifs et les courants polyphasés. Peu à peu, on applique des courants de tension toujours plus haute, ce qui a même donné à des électriciens américains l'idée de faire usage des courants statiques. M. Borel démontre un moteur fort simple de son invention, destiné à utiliser les courants statiques produits par une machine de Wimshurst et qu'il fait fonctionner sous nos yeux. Malheureusement, pour le moment ces appareils ne sont pas utilisables, car ils donnent trop peu de force. Qui sait si ces jouets ne pourront être transformés plus tard de manière à devenir applicables à l'industrie.

M. le prof. JACCARD a envoyé une *Note sur le gisement de fossiles de l'Astartien coralligène de la Chaux-de-Fonds* (Voir p. 71). M. Jaccard décrit ce gisement et le rapproche d'autres gisements coralligènes du Jura. Il montre combien peu les soi-disant espèces caractéristiques peuvent servir, dans certains cas, à la détermination des étages et combien il est fallacieux d'appliquer des distinctions locales à une région étendue.

Enfin, M. L. FAVRE donne un compte-rendu d'un *cas d'empoisonnement par des champignons*, qui s'est produit à Jurançon, près de Pau. L'espèce toxique était l'*Amanita*

phalloïdes. M. Favre fait voir des dessins de ce champignon et des espèces avec lesquelles il présente certaines analogies.

SÉANCE DU 23 FÉVRIER 1893

Présidence de M. Paul GODET

Douze membres présents.

Le procès-verbal de la dernière séance est lu et ne donne lieu à aucune observation.

On procède à la réception de M. SCHLUMBERGER, présenté par MM. F. BOREL et Ed. BERTHOUD. M. Schlumberger, réunissant l'unanimité des voix, est reçu membre de la Société.

Communication de M. le prof. R. WEBER: *Sur la capacité inductive spécifique*. M. le prof. Weber rend compte de ses travaux récents sur ce sujet. Il décrit les instruments employés, la méthode opératoire, la méthode d'observation et les différents calculs auxquels il a soumis les données obtenues. Puis il expose les résultats de ses recherches, résumés en un tableau graphique pour les différents corps. Pour le moment, ces résultats concernent spécialement des liquides, soit purs, soit mélangés. Ce sont les mélanges qui ont fourni les coefficients les plus intéressants. M. Weber insiste sur le fait qu'il n'a pu constater aucun rapport simple entre la constante diélectrique des corps et leur conductibilité. Ces deux faits sont donc indépendants l'un de l'autre et d'ordre différent. Le travail de M. Weber paraîtra aux Mémoires (Voir p. 3).

Communication de M. Paul GODET: *Sur la collection d'œufs d'oiseaux de M. Samuel Robert, donnée récemment au Musée d'histoire naturelle par M. Alfred Borel*. Cette collection, qui est certainement une des plus riches de la

Suisse, renferme les œufs de presque tous les oiseaux d'Europe. Elle contient en outre un grand nombre de véritables raretés oologiques : des œufs de lämmergeier, des œufs de casse-noix, des œufs de coucous avec les pontes auxquelles ils ont été mêlés, etc., etc. Grâce à ces derniers spécimens, il semble que l'on puisse contredire la théorie qui veut que la femelle du coucou dépose son œuf dans les nids renfermant des œufs pareils à celui qu'elle va déposer. Cette collection sera exposée et mise à la portée du public dès que le Musée d'histoire naturelle pourra disposer de l'espace nécessaire à ses collections toujours plus importantes.

SÉANCE DU 9 MARS 1893

Présidence de M. Paul GODET

Quatorze membres présents.

Le procès-verbal de la séance précédente est adopté avec quelques modifications.

En l'absence de M. BILLETER, empêché au dernier moment par une indisposition, M. HIRSCH demande la parole pour revenir encore sur le travail présenté par M. Weber dans la dernière séance.

M. Hirsch aurait voulu voir M. Weber résumer ses résultats en les comparant à ceux obtenus précédemment par d'autres savants. Leurs données dépassant généralement celles de M. Weber, il paraît donc y avoir là une erreur systématique dont il importe de se rendre compte. Les physiciens qui ont fait des recherches sur la constante diélectrique ont opéré avec des tensions bien supérieures à celles employées par M. Weber ; il se pourrait donc que cette soi-disant constante fût une fonction de la différence de potentiel. M. Hirsch aurait en outre désiré que

M. Weber calculât les erreurs probables et les erreurs moyennes de ses résultats.

M. WEBER répond que, pour ne pas allonger sa communication, il s'est abstenu d'entrer dans tous les détails qui se trouvent dans son mémoire. Il a calculé au moins les erreurs moyennes d'une partie de ses valeurs; quant aux différences de ses résultats avec ceux d'auteurs précédents, ils sont, en effet, dus aux différences de potentiels mis en jeu. Dès maintenant, il peut affirmer que la capacité inductive spécifique dépend de la force électromotrice, avec laquelle elle varie d'une manière différente suivant les corps.

M. le Dr DE PURY présente le rapport de caisse pour l'exercice 1891-1892, lequel est renvoyé à l'examen du Comité.

M. JACCARD, empêché par un accident peu grave de quitter son domicile, envoie une *Note sur le Corallien de Gilley* (Doubs), dans laquelle il décrit ce riche gisement, qui a déjà fourni à M. Koby une quarantaine d'espèces. Ce travail sera inséré au Bulletin. (Voir p. 66.)

M. WEBER démontre ensuite le fonctionnement du frein Westinghouse dans sa modification actuelle.

SÉANCE DU 23 MARS 1893

Présidence de M. Paul GODET

Onze membres présents. Trois assistants étrangers.

Après lecture et adoption du dernier procès-verbal, M. le PRÉSIDENT communique un appel en faveur du monument à élever à la mémoire de C.-F. Gauss et de W. Weber, et transmet une proposition de M. R. Weber.

tendant à engager la Société pour une souscription de 100 francs. Cette proposition est appuyée par M. L. Isely. Cependant, vu les précédents opposés, et vu l'état des finances, qui nécessite des subventions de la Commune et de l'Etat, la Société décide de ne pas souscrire comme telle. La liste de souscription ouverte pour les membres par M. R. Weber reste déposée sur le bureau et sera mise en circulation sans retard.

On passe à l'audition du travail de M. BILLETER sur la *Constitution des thiurées*. Malheureusement, les résultats obtenus depuis l'inscription de la communication empêchent M. Billeter de se prononcer d'une manière tout à fait définitive; il se réserve de ne délivrer que dans quelque temps le manuscrit destiné à paraître au Bulletin. L'auteur pense que, par ce travail, l'opinion que les thiurées présentent une constitution asymétrique sera confirmée. (Voir p. 153.)

Ensuite de l'heure avancée, M. le Dr ALBRECHT demande de faire sa communication dans la prochaine séance.

SÉANCE DU 6 AVRIL 1893

Présidence de M. Paul GODET

Dix-sept membres présents, deux assistants étrangers.

M. le PRÉSIDENT annonce que les comptes de l'exercice écoulé ont été examinés par le Comité, qui en a donné décharge au caissier. Le solde en caisse au 31 décembre 1892 était de 2732 fr. 75.

M. le Dr ALBRECHT entretient la Société du *Sanatorium de Leysin*. Il rappelle comment, ensuite des recherches de la bactériologie, les stations d'altitude en sont venues à jouer un rôle de plus en plus prépondérant dans le trai-

tement de la tuberculose pulmonaire. Le monopole des stations d'altitude a appartenu longtemps à la Suisse allemande; actuellement, nous en avons une dans la Suisse romande: Leysin. M. Albrecht passe en revue la climatologie de Leysin et met en relief surtout l'insolation considérable, surpassant assez notablement celle de Davos, par exemple. (Voir p. 110.)

M. R. WEBER trouve que, quant aux conditions climatiques de Leysin, il faut se garder de conclure prématurément sur les observations d'une série d'années bien inférieure à la série de Davos.

M. L. DU PASQUIER se demande si l'insolation plus considérable en durée de Leysin par rapport à Davos n'est pas en partie compensée par l'absorption de la couche d'air équivalant à la différence d'altitude des deux stations.

M. LEGRANDROY demande encore quelques éclaircissements sur le climat des hautes altitudes.

M. Sam. DE PERROT a étudié depuis quelque temps les *divers systèmes d'appareils frigorifiques* actuellement en usage. Il passe en revue tous les moyens proposés et s'arrête plus longuement sur les machines à détente d'air, très employées sur mer, et sur celles à détente de gaz liquéfiés, dont le rendement est le plus considérable. Dans les conditions auxquelles devrait satisfaire l'installation dont s'est occupé M. de Perrot, la machine à ammoniaque paraît devoir donner les meilleurs résultats. (Voir p. 130.)

SÉANCE DU 20 AVRIL 1893

Présidence de M. BILLETER, vice-président

Quinze membres présents.

Après la lecture du procès-verbal, qui ne donne lieu à aucune observation, M. le PRÉSIDENT fait lecture de la lettre de démission de M. le D^r DE PURY. Cette démission est vivement regrettée par l'assemblée et on décide que le président sera chargé de faire une démarche auprès de M. de Pury pour qu'il la retire.

M. BILLETER communique une lettre de M. Casimir DE CANDOLLE, annonçant la mort de son père, le regretté Alphonse DE CANDOLLE, membre honoraire de la Société. Le bureau est chargé de transmettre à la famille de Candolle les regrets de la Société.

Il est encore annoncé: 1° que la souscription faite parmi les membres de la Société en faveur du monument à élever à Göttingen en l'honneur des mathématiciens Gauss et Weber, a produit la somme de 140 francs, qui a été envoyée à la direction de l'Ecole polytechnique fédérale; et 2° que le bureau a terminé l'étude du projet de règlement révisé et que ce projet sera bientôt imprimé et distribué aux membres de la Société avant sa discussion en assemblée générale.

Communication de M. Henri LADAME, ingénieur, *sur une disposition permettant de tourner les voitures de tramway sur des plaques tournantes ayant un diamètre plus petit que l'écartement des essieux extrêmes*. L'emplacement des plaques tournantes du tramway Neuchâtel-Saint-Blaise ne permettant pas la construction de plaques tournantes de grandes dimensions, M. Ladame a dû imaginer une disposition permettant l'usage de plaques d'un diamètre plus petit. Dans le projet adopté, la partie antérieure de la

voiture, c'est-à-dire le boggie avec le moteur, porte seule sur la plaque. L'arrière de la voiture sera soulevé par un appareil spécial et tournera au moyen de galets sur un demi-cercle en béton, concentrique à la plaque tournante. Cette disposition, outre l'économie de place qu'elle procure, permet également de faire tourner les voitures avec un effort moindre. Une plaque normale aurait nécessité un effort de 62 kilogrammes pour faire tourner la voiture sur la plaque; avec la plaque réduite, il suffira d'un effort de 60 kilogrammes. En outre, le coût de la plaque réduite est d'environ 3000 francs plus faible que celui de la plaque normale.

M. S. DE PERROT demande quelques explications au sujet de la répartition du poids de la voiture sur la plaque et l'appareil de soulèvement. Il craint que les frottements ne soient plus considérables que cela n'est prévu et que la force nécessaire pour obtenir la rotation ne soit bien supérieure à celle qui a été indiquée.

M. LADAME fournit les explications demandées et démontre l'exactitude de ses calculs avec les coefficients de frottement admis. S'il était nécessaire, on pourrait établir facilement un arc en fer plat sur le demi-cercle de béton.

M. le prof. BILLETER présente un nouvel instrument destiné à déterminer la quantité d'alcool contenue dans les vins et connu sous le nom d'*Ebulliomètre de Salleron*. Cet instrument se recommande par sa simplicité, et les résultats qu'il donne sont très suffisamment comparables à ceux obtenus par les méthodes plus précises du pycnomètre ou de distillation. Une règle mobile permet de tenir compte des variations barométriques et du point d'ébullition de l'eau, en faisant directement les corrections nécessaires.

M. BILLETER présente encore une nouvelle balance construite par Sartorius et destinée à mesurer la densité

des liquides. La principale originalité de l'appareil consiste en un corps en verre déplaçant exactement 10 centimètres cubes d'eau et qui est suspendu à l'un des fléaux de la balance. Des cavaliers gradués de dixième en dixième, et placés sur des crochets distribués le long du fléau, permettent de lire directement les densités jusqu'à quatre décimales.

SÉANCE DU 4 MAI 1893

Présidence de M. Paul GODET

Vingt-cinq membres présents.

Le procès-verbal de la séance précédente est lu et adopté.

M. le PRÉSIDENT donne connaissance de la lettre qu'il a adressée à M. le Dr de Pury, en exécution de la décision prise par la Société dans sa dernière séance, ainsi que de la réponse de celui-ci, qui maintient sa démission. M. R. WEBER propose de nommer M. de Pury membre honoraire, et M. HIRSCH de renvoyer cette proposition au bureau pour étude, ce qui est adopté.

M. HIRSCH annonce à la Société le décès de M. le Dr HIPP, à Zurich, à l'âge de 80 ans. Il rappelle que le défunt était un simple horloger lorsqu'il se mit, à l'âge de 24 ans, à étudier l'électricité avec un tel succès qu'il inventa et construisit un télégraphe marchant parfaitement, quoique inférieur à l'appareil Morse, qui parut quelques mois plus tard. M. Hipp perfectionna celui-ci et lui donna la construction qu'il a conservée pendant une vingtaine d'années. Lorsque la Confédération installa les télégraphes en Suisse, elle appela M. Hipp à la tête de l'atelier de construction des télégraphes, qu'il quitta quelques années plus tard pour prendre la direction de la Fabrique d'appareils électriques, fondée à Neuchâtel par l'initiative de M. Hirsch.

Si M. Hipp n'a pas contribué à l'avancement des théories électriques, il a fourni à la science de nombreux instruments de précision (chronographe, chronoscope, pendule astronomique marchant sous pression barométrique constante, etc., etc.); aux compagnies de chemin de fer des appareils de signaux, au grand public les meilleures horloges électriques.

M. Hipp était un homme foncièrement bon et modeste, quoiqu'il connût très bien son mérite. Son activité était très grande, comme le témoignent les nombreux travaux qu'il a publiés dans le Bulletin de la Société.

M. le PRÉSIDENT présente un projet de règlement préparé par le bureau, et qui sera envoyé sous peu à tous les membres de la Société. Il est décidé de consacrer la prochaine séance à sa discussion et d'inviter le secrétaire à expédier à cet effet les convocations quelques jours plus tôt que d'habitude.

M. le prof. JACCARD commence la lecture d'un mémoire sur l'hydrologie du Jura et donne connaissance du commencement de la partie générale. La partie spéciale, qui nécessite encore des travaux complémentaires, ne sera terminée que l'hiver prochain. Vu l'heure avancée, il interrompt sa lecture, afin de communiquer encore quelques notes *sur le relèvement des couches glaciaires au Champ-du-Moulin* (voir p. 82). M. Ritter, dans un travail inséré au Bulletin de 1888, attribue ce relèvement à une contraction des parois encaissant ce dépôt, postérieur à sa formation. M. Jaccard ne peut pas admettre cette hypothèse; il regarde ce relèvement comme étant la conséquence de la pression exercée sur le terrain glaciaire par des éboulements de roches, tombés sur un de ses bords. M. Ritter admet cette cause de plissement comme possible, mais il l'envisage comme inapplicable en ce qui concerne le phénomène observé par lui au Champ-du-Moulin.

M. Paul GODET présente une monstruosité consistant en une association formée de neuf capitules de dents de lion (*Taraxacum officinale*) soudés par la base et la hampe.

SÉANCE DU 18 MAI 1893

Présidence de M. Paul GODET

Vingt-deux membres présents.

Le procès-verbal de la dernière séance est lu et adopté.

MM. O. BILLETER et G. RITTER présentent comme candidat M. *Roger Charannes*, ingénieur du Service des eaux.

M. RITTER revient encore sur la question du soulèvement des argiles glaciaires au Champ-du-Moulin.

Les nombreuses coupes faites dans les bancs d'argile dont il est ici question ont démontré, lors des travaux de captation des eaux, qu'aucun éboulement n'a pu intervenir pour produire les relèvements signalés. Au contraire, les éboulis latéraux considérables, provenant de la désagrégation des roches encaissantes, auraient dû comprimer l'argile du dépôt sur les bords et en provoquer le relèvement au milieu du vallon. Or, comme c'est précisément sous la plus forte charge produite par les éboulis que les couches d'argiles sont relevées, la cause qui les a déplacées de bas en haut a dû être d'autant plus puissante qu'elle a dû soulever avec elles en même temps les amas de recouvrement. La cause invoquée par M. Jaccard n'a donc pu produire le relèvement et eût agi en sens contraire.

M. le PRÉSIDENT donne lecture d'une lettre de M^{me} Hipp, remerciant de la sympathie que la Société lui a témoignée à l'occasion de la mort de son mari.

M. GODET annonce ensuite la mort de M. Eugène MAULER, membre de notre Société. M. Mauler était un

savant modeste, mais admirablement doué pour l'étude et dévoué à la science. Il s'était adonné particulièrement à la micrographie et tout spécialement à l'étude des Diatomées. Sa mort est une perte sensible pour notre Société et pour notre ville, dont il était un des plus dignes citoyens.

Le bureau témoignera à la famille de M. Mauler la part que la Société prend à son deuil et M. le Président, ami personnel du défunt, veut bien se charger d'une notice nécrologique pour le Bulletin. (Voir p. 172.)

Il est ensuite donné lecture de deux lettres d'invitation de Sociétés qui fêtent, l'une, la Société d'histoire naturelle de Westphalie, son cinquantenaire, à Bonn; l'autre, la *Niederrheinische Gesellschaft für Natur- und Heilkunde*, son anniversaire de 75 ans. Le bureau est chargé de répondre à ces invitations.

Deux pièces sont encore déposées sur le bureau : 1^o le programme d'un concours avec premier prix de liv. st. 10 000, ouvert par la *Smithsonian Institution* à la suite d'un legs de J.-S. Hodgkins, sur les propriétés de l'air atmosphérique dans leurs rapports avec le bien-être de l'humanité, et 2^o le programme des conférences qui seront tenues à Chicago à l'occasion de l'Exposition universelle.

On passe ensuite à la discussion du projet de règlement dont chaque membre a reçu un exemplaire. La discussion, qui ne porte que sur quelques points, est longue et laborieuse et s'égare parfois dans des digressions un peu lointaines. L'assemblée adopte quelques modifications de détails, puis elle accepte provisoirement l'ensemble du projet qui lui est soumis, en renvoyant au bureau le soin de rédiger les modifications admises. Des remerciements sont votés au bureau pour la peine qu'il a prise à cette occasion.

Vu l'heure avancée, les communications annoncées sont renvoyées à la séance prochaine.

SÉANCE DU 1^{er} JUIN 1893

Présidence de M. Paul GODET

Quatorze membres présents.

Le procès-verbal de la séance précédente ayant été lu et adopté, il est passé à la votation sur la candidature de M. Roger Chavannes, ingénieur du Service des eaux. M. CHAVANNES est élu à l'unanimité.

Les articles 20 et 21 du règlement adopté dans la dernière séance sont présentés à la Société sous leur forme définitive. Le règlement est ensuite définitivement adopté. Une proposition de M. WEBER tendant à insérer au procès-verbal plusieurs détails concernant les tirages à part des travaux n'aboutit pas : on en restera à l'usage suivi jusqu'à ce jour.

La Commission des blocs erratiques présente son premier rapport annuel, duquel il ressort que le travail qui doit aboutir à l'élaboration d'une liste des blocs à conserver se poursuit. Elle a décidé l'envoi d'une nouvelle circulaire aux personnes qui ont bien voulu lui prêter leur concours. Voici le texte de ce document :

« Ensuite de la rentrée tardive de la plupart des questionnaires relatifs aux *blocs erratiques*, la Commission s'est trouvée dans l'impossibilité de procéder en connaissance de cause à ses reconnaissances sur le terrain. Elle n'a donc pu jusqu'à présent dresser la liste des blocs à conserver.

« Les membres désignés pour faire le travail sur le terrain chercheront à se mettre à l'œuvre dans le courant de l'été; cependant, vu le grand nombre de localités à visiter et ensuite surtout des travaux qui nécessitent leur présence dans d'autres parties de la Suisse, il n'est

pas probable qu'ils puissent étudier cette année-ci le canton en entier.

« Dans ces circonstances, la Commission continuera à recevoir avec reconnaissance tous les renseignements qui lui seront encore fournis par les personnes qui s'intéressent à la question. Elle remercie d'une manière particulière tous ceux qui ont bien voulu remplir ses questionnaires ou lui communiquer par une autre voie de précieux renseignements sur les blocs erratiques du canton.

« La Commission des blocs erratiques. »

M. WEBER présente la statistique de la *prévision du temps pour Neuchâtel par le Bureau central météorologique*. à Zurich. Il en résulte qu'il n'a pas été fait de progrès dans ce domaine depuis 1888.

Prévisions justes.

Années	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Total
1889	26	18	20	19	22	24	23	26	21	22	23	29	273
1890	24	20	19	17	21	24	24	26	23	24	28	28	278
1891	25	24	26	22	29	28	25	26	23	28	23	28	307
1892	27	25	25	27	26	27	27	27	23	26	24	27	311
Total	248	217	235	211	240	250	247	250	218	233	229	252	2830
%	80,0	76,7	75,7	70,3	77,4	83,3	79,6	80,7	72,7	75,1	76,3	81,3	77,5

Prévisions partiellement justes.

Années	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Total
1889	4	10	11	9	6	4	7	4	7	9	6	2	79
1890	4	7	12	11	8	2	7	4	7	5	1	2	70
1891	5	3	3	6	2	2	4	3	5	2	6	2	43
1892	3	4	5	3	4	3	3	3	6	5	6	2	47
Total	47	53	58	67	50	39	51	48	67	63	55	46	644
%	15,1	18,6	18,7	22,3	16,1	13,0	16,4	15,5	22,3	20,7	18,3	15,0	17,6

Prévisions fausses.

Années	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Total
1889	1	0	0	2	3	2	1	1	2	0	1	0	13
1890	3	1	0	2	2	4	0	1	0	2	1	1	17
1891	1	1	2	2	0	0	2	2	2	1	1	1	15
1892	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	2	8
Total	15	13	17	22	20	11	12	12	15	14	16	12	179
%	4,8	4,2	5,5	7,4	6,4	3,7	3,9	3,9	5,0	4,5	5,4	3,9	4,9

Les totaux inscrits à la fin de chaque ligne se rapportent à l'année; ceux qui figurent sous les colonnes verticales se rapportent aux mois pour une période de 10 ans, soit de 1883 à 1892.

M. BILLETER revient sur la *constitution des thiurées* et montre comment ces corps présentent un cas d'isomérie tout nouveau qui ne paraît pas rentrer dans la catégorie des stéréoisoméries connues jusqu'à présent. Peut-être s'agit-il de changements dans les doubles liaisons.

M. L^s FAVRE renseigne la Société sur la vraie nature de la houille de Marsens, dont il a été question l'an dernier dans les journaux. Il s'agit d'un banc de lignites miocènes, d'une épaisseur de 10 centimètres, encaissé dans le grès. M. Favre montre des échantillons de l'un et de l'autre. (Voir p. 147.)

M. JACCARD présente de beaux échantillons de vivianite (phosphate de fer), qui s'est formée sur des débris de bois carbonisés tout récents, ainsi que des opales qu'il a rencontrées dans les calcaires siliceux de l'œningien du Locle, où leur présence était déjà signalée depuis le commencement du siècle. (Voir p. 86.)

M. JACCARD fait en outre une communication *sur le minéral de fer des Brenets*. (Voir p. 80.)

Vu l'heure tardive, on décide une séance supplémentaire, dans laquelle seront présentés les travaux restant encore à l'ordre du jour.

SÉANCE DU 15 JUIN 1893

Présidence de M. Paul GODET

Quatorze membres présents.

Après la lecture du procès-verbal, qui est adopté, la Société charge MM. *P. Godet*, président, et *Billeter*, vice-président, de la représenter à la session de la Société helvétique des Sciences naturelles, qui se tiendra à Lausanne dans le courant de l'été.

M. LÉON DU PASQUIER revient sur le travail de M. Jaccard relatif au lac glaciaire du Champ-du-Moulin et à la polémique que ce travail a suscitée entre son auteur et M. Ritter.

M. Du Pasquier croit devoir faire part de ses expériences personnelles sur les *dislocations post-glaciaires*. Il démontre l'existence de ces dislocations et vient ainsi confirmer l'opinion de M. Ritter sur ce point.

MM. RITTER et L. DU PASQUIER attirent l'attention de la Société sur l'existence de *faux-aplombs* considérables dans certains édifices anciens fondés sur la roche en place. Ces faux-aplombs ne paraissent pas devoir être imputés aux maçons, mais bien à des changements de niveau du sol, survenus depuis la construction.

M. LÉON DU PASQUIER entretient ensuite la Société des études poursuivies par M. Ed. Sarasin, de Genève, *sur les seiches du lac de Neuchâtel*. Ces études ne sont que commencées et donneront lieu, nous l'espérons, à des communications ultérieures. (Voir p. 41.)

M. RITTER lit un mémoire sur *l'hydrologie des sources de Gorgier (tannes) et de Saint-Aubin*, dans lequel il attribue l'abondance de ces sources : 1° à l'éboulement de la Roche-Devant et 2° à la combe de Laguna, qui drainent sur

Gorgier une grande partie des eaux souterraines du versant de la montagne. (Voir p. 88.)

M. JACCARD envoie une note sur le *lignite de Marsens*, exposé il y a 15 jours par M. Favre. M. Jaccard considère l'échantillon en question comme étant de la vraie houille miocène. (Voir p. 150.)

M. H. LADAME fournit quelques renseignements statistiques sur l'installation du plan incliné de la gare de Serrières. (Voir p. 177.)

M. le Dr Ed. CORNAZ termine la séance par une communication sur l'existence, à Chantemerle, d'un hybride intéressant, le *Rosa Sabini* (Woods). (Voir p. 121.)



SOCIÉTÉ DES SCIENCES NATURELLES

de Neuchâtel

RÈGLEMENT

I

But de la Société.

ARTICLE 1^{er}.

La *Société neuchâteloise des sciences naturelles* a pour but le développement des sciences et en particulier l'étude scientifique du canton de Neuchâtel.

II

Réunions.

ART. 2.

La Société se réunit en *séances ordinaires*, en *séances publiques* et en *assemblées générales*.

ART. 3.

Les *séances ordinaires* ont lieu deux fois par mois, du 1^{er} novembre au 1^{er} juin.

Elles ne sont pas publiques; toutefois chaque membre a le droit d'y introduire des personnes étrangères à la Société.

ART. 4.

Chaque année la Société tient une *séance publique* dans une des localités du canton.

ART. 5.

La Société est convoquée au moins une fois par année en *assemblée générale*.

III

Membres.

ART. 6.

La Société se compose :

- a) de membres effectifs;
- b) de membres correspondants;
- c) de membres honoraires.

ART. 7.

Pour devenir *membre effectif* de la Société, il faut être proposé en séance par deux membres effectifs. Dans la séance suivante, la Société vote au scrutin secret sur l'admission du candidat.

L'admission a lieu à la majorité des deux tiers des membres présents.

Les membres effectifs payent une finance d'entrée de 5 francs et une cotisation annuelle fixée par l'assemblée générale, et qui ne pourra dans aucun cas dépasser la somme de 10 francs.

A partir de l'année de leur admission (inclusivement), ils reçoivent gratuitement le Bulletin publié par la Société.

ART. 8.

Les *membres correspondants* résident en dehors du canton.

Ils sont soumis aux mêmes conditions d'admission que les membres effectifs, mais ne payent ni finance d'entrée, ni cotisation.

Ils reçoivent gratuitement le Bulletin toutes les fois qu'ils y ont contribué par quelque communication scientifique.

ART. 9.

Les *membres honoraires* sont élus par la Société dans une assemblée générale.

Ils doivent être présentés par cinq membres effectifs et réunir les trois quarts des suffrages des membres présents à l'assemblée. Ils ne payent ni finance d'entrée, ni cotisation.

A partir de l'année de leur nomination, ils reçoivent gratuitement le Bulletin.

ART. 10.

Les membres honoraires, ainsi que les membres correspondants en passage, assistent aux séances avec voix consultative.

IV

Administration de la Société.

ART. 11.

Dans l'*assemblée générale* annuelle, la Société entend le rapport du caissier et, sur la proposition du Bureau, fixe le montant de la cotisation;

elle nomme éventuellement des membres honoraires;

elle discute d'autres questions qui auront dû au préalable être mises à l'ordre du jour de l'assemblée.

Tous les deux ans elle nomme son *Bureau*.

ART. 12.

Le *Bureau* s'occupe des questions administratives. Il se compose :

1. d'un président ;
2. d'un vice-président ;
3. de deux secrétaires ;
4. d'un secrétaire-rédacteur du Bulletin ;
5. d'un caissier.

ART. 13.

Le *président* dirige les séances et les assemblées ; à défaut, il est remplacé par le vice-président ou l'un des membres du Bureau. Il fixe l'ordre du jour des séances ordinaires.

ART. 14.

Le *président* et le *vice-président* ne sont pas immédiatement rééligibles dans leurs fonctions respectives.

ART. 15.

Les *secrétaires* rédigent les procès-verbaux sommaires des séances et assemblées.

Ils sont chargés des convocations.

ART. 16.

Le *secrétaire-rédacteur* prend soin des publications de la Société et de leur expédition. Ses fonctions sont rétribuées.

ART. 17.

Le *caissier* gère les finances de la Société, il encaisse les entrées et cotisations et effectue les paiements sur

visa du président et de l'un des seerétaires. Il fait un rapport annuel sur l'état de la caisse.

ART. 18.

Le *Bureau* a en tout temps le droit de convoquer une assemblée générale extraordinaire. Il doit en convoquer une toutes les fois que sept membres en font la demande écrite au président. Le Bureau fixe l'ordre du jour des assemblées générales et des séances publiques.

Il fixe le mode de convocation des séances et assemblées.

V

Travaux scientifiques.

ART. 19.

Les travaux scientifiques de la Société portent sur toutes les branches des sciences naturelles et médicales, physiques et mathématiques, ainsi que sur leurs applications aux arts et à l'industrie.

ART. 20.

Dans la règle, les communications et les travaux originaux présentés par les membres et discutés dans les séances sont insérés au *Bulletin* de la Société, qui paraît chaque année avant le 1^{er} novembre.

La Société peut aussi publier sous forme de *mémoires* les travaux considérables de ses membres.

ART. 21.

Les travaux originaux sont publiés *in-extenso* et les communications résumées dans les procès-verbaux des séances.

S'il y a lieu, le Bureau décide du mode de publication des travaux.

L'auteur d'une communication a le droit d'en remettre au secrétaire un résumé, cela dans le délai de 8 jours.

Les manuscrits des travaux originaux doivent être remis au secrétaire-rédacteur au plus tard 15 jours après leur lecture en séance. Exceptionnellement, un nouveau délai de 15 jours pourra être accordé à l'auteur; passé ce terme, les travaux ne sont plus publiés.

Tout auteur a droit à un tirage à part gratuit de 30 exemplaires de chacun de ses travaux. La Société peut cependant lui fournir au prix de revient un nombre quelconque d'exemplaires supplémentaires de ces tirages à part.

Le secrétaire-rédacteur est autorisé à livrer à l'auteur, sur sa demande, le tirage à part de son travail avant la publication du Bulletin.

ART. 22.

La Société laisse aux auteurs l'entière responsabilité de leurs travaux.

ART. 23

Exceptionnellement, le *Bureau* peut autoriser la publication de travaux n'ayant pas été présentés à une séance ou émanant de personnes étrangères à la Société.

VI

Echange de livres et bibliothèque.

ART. 24.

La Société cherche à se mettre en rapport d'échange de publications avec le plus grand nombre possible de

sociétés similaires, d'institutions et de revues scientifiques.

L'un des membres du Bureau est chargé de veiller à la régularité de ces échanges.

Les ouvrages devenus ainsi propriété de la Société font l'objet d'un règlement spécial.

VII

Revision du règlement.

ART. 25.

Une revision du règlement ne peut être décidée qu'en assemblée générale.

VIII

Dissolution de la Société.

ART. 26.

La dissolution ne peut être prononcée que dans une assemblée générale et à la majorité des trois quarts des membres présents.

En cas de dissolution, et jusqu'à la reconstitution de la Société, l'actif sera déposé à la Caisse d'Epargne.

Les livres seront déposés à la Bibliothèque de la ville.

Le présent règlement a été adopté par la Société des Sciences naturelles dans sa séance du 1^{er} juin 1893.

L'un des secrétaires,

L. DU PASQUIER.

Le président,

P. GODET.

LISTE

DES

OUVRAGES REÇUS PAR LA SOCIÉTÉ

du 1^{er} novembre 1892 au 30 novembre 1893

- Aarau.* Aargauische Naturf. Gesellschaft. — Mittheil.; Heft IV-VI.
- Adelaïde* (Sud-Australie). Royal Soc. of S.-A. — Transact., vol. XV, 2; XVI, 1 a. 2; XVII, 1.
- Albany.* 1. Geolog. Survey of the state of New-York. — Palæontology: vol. VIII, an introduction to the study of the genera of palæozoic Brachiopoda, p. I, by J. Hall.
1. New-York state Library. — Bull.: Legislation, n^o 3.
- Altenburg.* Naturforsch. Gesellsch. des Osterlandes. — 1. Mittheil., Neue Folge. 5. Band. — 2. Verzeichniss der Mitglieder am 75. Stiftungsfeste, 1892.
- Amiens.* Soc. Linnéenne du Nord de la France. — 1. Mém., T. VIII; 2. Bull. mensuel, T. X, 223-234; T. XI, 235-238.
- Angers.* Soc. d'études scientif. — Bull., XXI^{me} année.
- Annecy.* Soc. florimontane. — Revue savoissienne, 33^{me} année, 9-12.
- Auxerre.* Soc. des sc. hist. et natur. de l'Yonne. — Bull., vol. 46.
- Bar-sur-Seine.* Soc. d'apicult. de l'Aube. — Bull., n^{os} 128-134.
- Beaune.* Soc. d'hist., d'archéol. et de litt. — Mém., 1890 et 1891.
- Berlin.* 1. K. Pr. Akad. der Wissenschaften. — Sitzungsber., 1892, 26-55; 1893, 1-38.
2. Deutsche geolog. Gesellsch. — Zeitschrift. B. XLIV, 3 u. 4; XLV, 1 u. 2.

3. Botan. Verein der Prov. Brandenburg. — Verhandl., 33 u. 34 Jahrg.
- Berne*. 1. Naturf. Gesellschaft. — Mittheil., 1892, nos 1279-1304.
2. Commission géolog. suisse. — Beiträge zur geolog. Karte der Schweiz, 32. Liefer. et 7^{me} livr., 2^{me} supplément à la description du Jura neuchâtelais, vaudois, des districts adjacents du Jura français et de la plaine suisse. par A. Jaccard.
- Besançon*. 1. Soc. d'Emulation du Doubs. — Mém., 6^{me} série, vol. 6.
2. Soc. d'horticult. du Doubs. — Bull., 1892.
- Béziers*. Soc. d'étude des sc. natur. — Bull., vol. XIV.
- Bonn*. Naturhist. Verein der preuss. Rheinlande u. Westfalens. — Verhandl., Jahrg 49, 2; 50, 1.
2. Niederrheinische Gesellschaft. — Allgemeine Sitzung am 2. Jul. 1893: Feier des 75 jährigen Bestehens der Gesellschaft.
- Bordeaux*. 1. Soc. linnéenne. — Actes, XLIV, sér. 5, T. IV; XLV, sér. 5, T. V.
2. Soc. des sc. phys. et natur. — Mém., sér. 4, T. I, II et III, 1^{er} cahier, et Appendice aux T. II et III.
- Boston*. Soc. of natur. history. — 1. Mem., vol. IV, 10; — 2. Proceed., vol. XXV, 3 a. 4.
- Braunschweig*. Verein für Naturwissenschaft. — Jahresber., 6 u. 7.
- Bremen*. Naturwissenschaftl. Verein. — Abhandl., B. XII, 3.
- Brest*. Soc. académique. — Bull., 2^{me} sér., T. XVII.
- Brünn*. Naturforsch. Verein. — 1. Verhandl., B. XXX; — 2. Meteorolog. Comm., X. Ber.
- Bruxelles*. 1. Soc. royale malacolog. de Belgique. — 1. Annales. T. XXV, 2 et T. XXVI; — 2. Procès-verb., T. XX, p. LVII-CXII; T. XXI, p. I-LXVI.
2. Soc. entomolog. de Belgique. — Mémoires, T. I.
3. Soc. belge de microscopie. — 1. Annales, T. XVI et XVII, 1^{er} fasc. — 2. Bull., 19^{me} ann., 6-10.
- Budapest*. 1. K. Ungar. geolog. Anstalt. — 1. Jahresber. für 1891; — 2. Mittheil. aus dem Jahrb., B. X, 1-3. — 3. Carte géolog. de Bakony. — 4. Dritter Nachtrag zur Katalog der Bibliothek.
2. Földtani Közlöny, XXII, 5-12; XXIII, 1-5.

Buenos-Aires. 1. Instit. geog. Argentino. — Boletin. T. XIV. 1-4.

2. Sociedad científica Argentina. — Anales. T. XXXV. 2-3.

Caen. 1. Soc. linnéenne de Normandie. — Bull., 4^{me} sér., vol. 5 et 6.

2. Laborat. de géologie de la Faculté des sc. — Bull., 1^{re} année, Nos 1-7.

Calcutta. Geolog. Survey of India. — 1. Mem. Palaeontologia Indica: Index to the genera a. species described in the palaeontologia indica, up to the year 1891, by W. Theobald. — 2. Records, vol. XXVI, 1-3 — 3. Contents a. Index of the first 20 vol. of the Mem., 1859-1883.

Cambridge (U.-S.). Museum of comparat. Zoölogy. — 1. Bull., XVI, 11-14; XXII, 2; XXIII, 4-6; XXIV, 1-7; XXV, 1; — 2. Ann. report of the curator for 1891-92.

Cassel. Verein für Naturkunde. — XXXVIII. Ber.

Catania. Accad. gioenia di sc. natur. — 1. Atti, ser. 4, vol. IV e V. — 2. Bull. mensile, fasc. 26-32.

Chambéry. Acad. des sc., belles-lettres et arts de Savoie. — 1. Mém., 4^{me} série, T. III et IV. — 2. Hist. de l'Académie et table de matières.

Cherbourg. Soc. nation. des sc. natur. et mathém. — Mém., T. XXVIII.

Christiania. Soc. des sciences. — Forhandlingar, 1891, 1892.

Coimbra. Soc. Broteriana. — Bol., IX, 4; X, 1-3.

Coire. Naturf. Gesellschaft Graubündens. — Jahresbericht, B. XXXVI.

Cordoba (Rép. Argent.). Acad. nacional de ciencias. — Bol., T. X, 4; T. XI, 4.

Dax. Soc. de Borda. — Bull., 1891, 4; 1892, 1-4; 1893, 1-3.

Donaueschingen. Verein für Geschichte u. Naturgeschichte. — Schriften, VIII. Heft.

Dresden. Naturw. Gesellschaft Isis. — Sitzungsber. u. Abhandl., 1892 und 1893, 1-6.

Dürkheim. Pollichia. — 1. Mittheil., Jahrg. XLIX. u. L., 5 u. 6.

Dublin. 1. Royal Irish Academy. — 1. Transact., vol. XXIX, 3 a. 4; — 2. Proceed., 3^d ser., vol. II, 3-5.

2. Royal Dublin Soc. of sciences. — 1. Scientif. Transact., ser. II, vol. IV, 9-13; — 2. Scientif. Proceed., vol. VII, 3 a. 4.
- Edimbourg.* 1. Royal phys. Soc. — Proceed., 1891-92.
2. Royal Society. — 1. Transact., vol. XXXVI, part. II, 9-21; part. III, 22 a. 23; — 2. Proceed., XVIII, 1890-91.
- Ekatérinbourg.* Soc. ouralienne. — Bull., T. XIII, 1; XIV, 2.
- Epinal.* Soc. d'Emulation des Vosges. — Annales, 1892 et 1893.
- Florence.* Soc. entomolog. italiana. — Bull., an. 24^o, IV; 25^o, I-III.
- Frankfurt a. M.* Senckenberg. naturf. Gesellschaft. — 1. Ber., 1892 u. 1893; — 2. Abhandl., B. XVIII, 1. Heft; — 3. Katalog der Reptilien u. Batrachien Sammlungen im Museum der Gesellschaft.
- Frauenfeld.* Thurgauische Naturf. Gesellschaft. — Mittheil., 10. Heft.
- Freiburg i.-B.* Naturf. Gesellschaft. — Ber., B. VI. 1-4; VII. 1 u. 2.
- Genève.* Soc. de phys. et d'hist. natur. — Mém., T. XXXI, 2.
- Giessen.* Oberhessische Gesellschaft für Natur- u. Heilkunde. — 29. Bericht.
- Glasgow.* Natural history Society. — Proceed. a. Transact., vol. III (new ser.), part. II.
- Görlitz.* Naturf. Gesellschaft. — Abhandl., B. XX.
- Graz.* Naturwissenschaftl. Ver. für Steiermark. — Mittheil., Jahrg. 1891.
- Greifswald.* Naturwissenschaftl. Ver. für Neu-Vorpommern u. Rügen. — Mittheil., 24. Jahrg.
- Grenoble.* Facultés de droit, sc., lettres et Ecole de méd. — Annales de l'enseignement supérieur, T. IV, 2 et 3; V, 1 et 2.
- Güstrow.* Ver. der Freunde der Naturgeschichte in Mecklenburg. — Archiv, 46. Jahrg., 1. u. 2. Abtheil.
- Halifax.* Nova Scotian Institute of science. — Proceed. a. Transact., 2^d ser., vol. I, part. 2.
- Hambourg.* Naturwissenschaftl. Verein. — Abhandl., B. XII, 1.
- Hanau.* Wetterauische Gesellschaft. — Bericht, 1889-1892.

- Harlem.* Soc. holland. des sc. — Archives néerland. des sc. exactes et natur., T. XXVI, 3-5; XXVII, 1-3.
- Helsingfors.* 1. Soc. pro fauna et flora Fennicae. — 1. Acta. V, 1, 2; VIII; — 2. Meddel., h. 17, 18.
2. Finlands geologiska undersökning. — Beskrifning till Kartbladet nos 16-24.
- Innsbruck.* Ferdinandeum. — Zeitschrift, 3. Folge. Heft 36 u. 37.
- Køenigsberg.* Physik.-ökonom. Gesellschaft. — Schriften, 33. Jahrg.
- Lausanne.* 1. Soc. vaudoise des sc. natur. — Bull., 3^{me} sér., vol. XXVIII, 108-110; XXIX, 111 et 112.
2. Soc. géolog. suisse. — Recueil périod., vol. III, 3 et 4.
- Leipzig.* Zoolog. Anzeiger, nos 381-434.
- Liège.* Soc. géolog. de Belgique. — Annales, T. XVIII. 3; XIX, 3 et 4; XX, 1.
- Lisbonne.* Commission des trav. géolog. du Portugal. — 1. Communications, T. II, fasc. 2.
2. Sur les niveaux ammonitiques du Malm inférieur dans la contrée du Montejunto (Portugal). Phases peu connues du développement des Mollusques. par P. Choffat.
- Londres.* 1. Royal Soc. — Proceed., vol. LI, 314-316; LII, 317-321; LIII, 322-325; LIV, 326 a. 327.
2. Zoolog. Soc. — 1. Proceed. for the year 1892, part. II-IV; 1893, part. I-III; — 2. Transact., vol. XIII, 5-7.
- Lund.* Universit. Lundensis. — Acta, T. XXVIII, 2.
- Lüneburg.* Naturwissenschaftl. Verein. — Jahresheft XII, 1890-92.
- Lyon.* 1. Acad. des sc., belles-lettres et arts. — Mém. : sc. et lettres, 3^{me} sér., T. I. Classe des sciences, vol. 30 et 31.
2. Soc. d'agric., hist. natur. et arts utiles, 6^{me} sér., T. II-V.
- Madrid.* Observatorio de Madrid. — 1. Resumen de las observac. meteorolog. efect. en la península, 1890; — 2. Observac. meteorolog. de Madrid, 1890 y 1891.
- Magdeburg.* Naturwissenschaftl. Verein. — Jahresber. und Abhandl., 1892.
- Manchester.* Literary a. philosoph. Soc. — Mem. a. Proceed., 4th ser., vol. V. 2; VI; VII, 1 (1892-93).
- Marseille.* Faculté des sc. — Annales. T. I, suite et fin; II, 1-6.

- Meriden* (Connect.). Meriden scientif. Assoc. — Annual address. a review of the year 1892.
- Milan*. Soc. italiana di sc. natur. — Atti, vol. XXXIV, 1-3.
- Minneapolis*. Geolog. a. natur. hist. Survey of Minnesota. — 1. Bull., n° 7; — 2. 18th a. 19th ann. Reports.
- Montbéliard*. Soc. d'Emul. — Mém., 3^{me} sér., vol XXI, 2; XXII.
- Montpellier*. Acad. des sc. et lettres. — Mém.: Sciences, T. XI, 3; Médecine, T. VI, 2 et 3.
- Moscou*. Soc. impér. des naturalistes. — Bull., 1892, 2-4; 1893, 1.
- Mulhouse*. Soc. industrielle. — 1. Bull., 1892, oct. à déc.; 1893, janv. à sept. — 2. Programme des prix proposés pour 1894.
- Munich*. K. bayer. Akad. der Wissenschaften. — Sitzungsber. der Mathem.- physikal. Classe, 1891, III; 1892. I u. II.
- Münster*. Westfäl. Provinzial-Ver. für Wissenschaft u. Kunst. — 20. Jahresber.
- Nancy*. Soc. des sciences. — 1. Bull., sér. II, T. XI, fasc. 25 et XII, fasc. 26 et 27; — 2. Bull. des séances, 3^{me} ann., 4-9; 4^{me} ann., 1; 5^{me} ann., 1-8.
- Nantes*. Soc. des sc. natur. de l'Ouest de la France. — Bull. T. II, 1-4.
- New-Haven*. 1. Connecticut Acad. of arts a. sciences. — Transact., vol. VIII, 2; IX, 1.
2. American Journ. of sciences, vol. XLIV, 262-264; XLV, 265-270; XLVI, 271-275.
3. Observatory of Yale University. — Report to the president a. fellows by the board of managers, 1892-93.
- New-York*. Acad. of sciences. — Annals, vol. VI, 1-6; VII, 1-5.
- Nîmes*. Soc. d'étude des sc. natur. — Bull., 19^{me} ann., 4; 20^{me} ann., 1-4; 21^{me} ann., 1 et 2.
- Orléans*. Soc. d'agricult. sc., belles-lettres et arts. — Mém., T. XXXI, 2 et 3.
- Osnabrück*. Naturwissenschaftl. Verein. — 9. Ber., 1891 u. 1892.
- Ottawa*. 1. Royal Soc. of Canada. — Proceed. a. Transact., vol. X.
2. Geolog. a. natur. hist. Survey of Canada. — Contribut. to canadian Paleontology, vol. 1, part IV.

Padoue. Soc. Veneto-Trent. di sc. natur. — Bull., T. V. 3.

Paris. 1. Ecole Polytechnique. — Journal, 61-63^{me} cahiers.

2. Soc. zoologique de France. — Bull., T. XVII, 1-10.

3. Soc. géologique de France. — 1. Bull., T. XIX, 11-13; XX, 1-7; XXI, 1; — 2. Compte-rendu des séances, 1893, 3^{me} sér., T. XXI, 1-7, 9, 11-16.

4. Comité internat. des Poids et Mesures. — Travaux et Mémoires du Bureau internat., T. VIII.

Philadelphie. 1. Acad. of natur. sc. — 1. Proceed., 1892, II a. III; 1893, I; — 2. Journal, 2^d ser., vol. IX, part 3.

2. Geolog. Survey of Pennsylvania. — Atlas southern Anthracite field, part IV. B-AA; part V. AA; part VI, AA.

3. Wagner free Institute of sc. — Transact., vol. 3, part II.

Pise. Soc. toscana di sc. natur. — Atti. 1. Mem., T. XII; — 2. Proc. verb., vol. VIII, fol. 85-231.

Porrentruy. Soc. jurassienne d'Emulation. — Actes, ann. 1891, 2^{me} sér., vol. IV.

Prague. Lese- u. Redehalle der deutschen Studenten. — Jahresber. 1892.

Regensburg. Naturwissenschaftl. Ver. — Ber., III. Heft.

Rio-de-Janeiro. Instituto hist., geogr. e ethnograph. do Brazil. — 1. Colombo: Poemo por Manoel de Araujo Porto-Alegre; — 2. Christovam Colombo e o descobrimento da America, pelo conselheiro P. M. Pereira da Silva; — 3. Revista trimensal. T. LIV, 2; LV, 1.

Rochelle (La). Soc. des sc. natur. de la Charente-Infér. — Annales, T. 28.

Rochester (N.-Y.). Acad. of science. — Proceed., vol. II, 1.

Rome. 1. Reale Accad. dei Lincei. — 1. Atti. ser. 5; Rendiconti. 1892, 2^o sem., vol. I, 5-11; 1893, 1^o sem., vol. II, 1-12; 2^o sem., vol. II, 1-8.

2. R. Comit. geolog. d'Italia. — Boll., vol. XXIII, 1-4.

3. Soc. romana per gli studi zoolog., vol. I, 6; II, 1-6.

4. Ufficio centr. meteorolog. e geodinam. italiano. — Annali, ser. 2^a, vol. XI, 1 e 2.

5. Musée de géolog. de l'Université. — Rassegna delle sc. geolog. in Italia. — Anno II, fasc. 1-3.

6. Biblioth. nazion. centr. Vittorio-Emanuele. — Boll. delle opere moderne straniere, vol. VII, 16, 22-24 con Indice alfab.

- Rotterdam.* Soc. batave de philosophie expériment. — Programme de 1892.
- Rouen.* 1. Soc. de médecine. — Bull., 2^{me} sér., vol. 5.
2. Soc. libre d'Emulation de la Seine-Infér. — Bull., 1890-91, 2^{me} part.; 1891-92.
- Saint-Dié.* Soc. philomat. vosgienne. — Bull., 18^{me} ann.
- Saint-Gall.* Naturwissenschaftl. Gesellschaft. — Ber., 1890-91.
- Saint-Louis.* 1. Acad. of science. — 1. Transact., vol. V, 3 a. 4; vol. VI, 1; — 2. Appendix to the catalogue of the flora of Nebraska.
2. Missouri botan. Garden. — Ann. report, 1892.
- St-Petersbourg.* 1. Acad. impér. des sc. — Mém., 7^{me} sér., T. XXXVIII, 14; T. XL, 1.
2. Horto Petropolitani. — Acta, T. XII, I et II.
- Salem.* Amer. Associat. for the advanc. of sc. — Proceed. of the 40th (Washington) and 41th meetings (Rochester). 1891 a. 1892.
- San Francisco.* California Acad. of sc. — Occasional papers of the Acad.: III: Evolution of the colors of north american land birds.
- Santiago (Chili).* 1. Soc. scientif. du Chili. — Actes, T. II, 1-3.
2. Deutscher wissenschaftl. Verein. — Verhandl., B. II, 4.
- Stockholm.* 1. Acad. royale des sc. — Bihang, vol. 18, 1-4 (1891).
2. Entomolog. Tidskrift. — Arg. 13, h. 1-4.
- Sydney.* Royal Soc. of N.-S. Wales. — Journ. and Proceed., vol. XXVI.
- Trieste.* 1. Soc. adriatica dei sc. natur. — Boll., vol. XIV.
2. Osservatorio maritt. — Rapp. ann., 1890.
- Tromsö.* Museum. — 1. Aarshefter, 15; — 2. Aarsberetn. for 1890, 1891.
- Turin.* 1. Reale Accad. delle sc. — 1. Mem., ser. 2^a, T. XLII: — 2. Atti, T. XXVIII, 1-8.
2. Osservatorio della R. Università di Torino. — 1. Osservaz. meteorolog. fatte nell' anni 1891 e 1892, dal Dr Rizzo; — 2. Effemeridi del Sole e della Luna, per l'orizzonte di Torino, per 1893 e 1894. — 3. Latitudine di Torino, determinata coi metodi di G. Struve, da F. Porro.
- Venise.* Notarisia: Commentar phycolog. — Anno 1892, 32-34; 1893, 1-4.

- Vienne.* 1. K. Akad. der Wissenschaften. — Sitzungsber. :
1. Abtheil., B. C, 8-10; CI, 1-6 u. Register zu den
Banden 97 bis 100 der mathem.- naturwissenschaftl.
Classe der Akademie; 2. Abtheil. a) B. C, 8-10; CI,
1-5; 8-10; b) B. C, 8-10; CI, 1-10; 3. Abtheil., B. C,
8-10; CI, 1-10.
2. K. u. k. geolog. Reichsanstalt. — 1. Verhandl., 1892,
6-14; 1893, 1-11; 16-18; — 2. Jahrb., B. XLII, 2-4.
3. K. u. k. zoolog.-botan. Gesellschaft. — Verhandl., B.
XLIII, 1-4.
4. K. k. Central-Anstalt. für Meteorolog.- u. Erdmagnetis-
mus. — Jahrb., neue Folge, B. XXVII u. XXVIII.
5. Verein zur Verbreit. naturwissenschaftl. Kenntnisse.
— Schriften, B. XXXII und Nachtrag; B. XXXIII.

- Washington.* 1. Smithson. Institution. — 1. Contribut. to
knowledge, vol. XXVIII a. XXIX, n^o 842; — 2. Ann.
report of the board of regents for 1890; — 3. Miscellan.
collections, n^o 844: Smithsonian meteorolog. tables: —
2. U.-S. National museum. — 1. Proceed., vol. XIV;
2. Bull., n^o 40; 3. Report of the U.-S. nation. museum
for 1890.
3. Departm. of the interior. — 1. U.-S. Geolog. Survey.
— 1. Monographs, vol. XVII, XVIII a. XX; — 2. Bull.
of the U.-S. geolog. Survey, n^{os} 82-86; 90-96; —
3. Eleventh ann. Rep. to the secretary of the interior,
1889-90, part II, by J.-W. Powell, Director; — 4. Mi-
neral resources of the U.-S., 1889 a. 1890; — 5. Bureau
of Ethnology: Bibliography of the Athapescan lan-
guages, by J.-E. Pilling; — 6. Volta Bureau. — Edu-
cation of the deaf: notes a. observations.
4. U.-S. Naval Observatory. — Report of the superin-
tendent for the year ending June 30, 1892.

Wiesbaden. Nassauischer Ver. für Naturkunde. — Jahrb., 45.
und 46. Jahrg.

Würzburg. Physikal.-Medicin. Gesellschaft. — Sitzungsber..
Jahrg. 1892.

Zurich. Naturforsch. Gesellschaft. — 1. Vierteljahrsschrift:
37. Jahrg., 3 u. 4; 38. Jahrg., 1 u. 2; — 2. General-
register der Publikationen der Naturf. Gesellschaft.

OUVRAGES REÇUS DE DIVERS SAVANTS

- Marcou, J., prof.* — The geolog. Map of the U.-S. and the U.-S. geolog. Survey.
- Omboni, Giov., prof.* — Achille de Zigno.
- Péteaux et Saint-Lager.* — Description d'une nouvelle espèce d'Orobanche (*O. angelicifixa*. Péteaux et Saint-Lager).
- Pihl, O.-A.-L.* — On occulting micrometers a. their value as applied to exact astronomical measurements.
- Renevier, E., prof.* — 1. Comm. internat. de la carte géolog. d'Europe : Procès-verb. des séances tenues les 27 et 28 septembre 1892. — 2. Géologie du Chablais et Faucigny-Nord, par MM. Renevier et Lugeon. — 3. Belemnites aptiennes. — 4. Musée d'hist. natur. de Lausanne : Rapports ann. des conservateurs pour 1892.
- Rizzo, Dr G.-B.* — Il clima di Torino.
- Rollier, Louis.* — Etude stratigraphique sur les terrains tertiaires du Jura bernois (partie méridionale).
- Rudiger, Max.* — Wie wird Regen u. Thau an den Bäumen abgeleitet ?
- Saint-Lager, Dr.* — 1. Note sur le *Carex tenax* (Reut.). — 2. Aire géogr. de l'*Arabis arenosa* et du *Cirsium oleraceum*. — 3. Un chapitre de grammaire à l'usage des botanistes.
- Sarasin, Ed.* — 1. Les seiches du lac de Neuchâtel. — 2. Rapport du président de la Société de physique et d'hist. natur. de Genève, pour l'année 1892.
- Sarasin, Ed. et de la Rive, L.* — Interférences des ondulations électriques par réflexion normale sur une paroi métallique.
- Torossi, G.-B., prof.* — L'embrione del *Boa constrictor*.
- Wolf, R., prof.* — Astronomische Mittheilungen, LXXVII-LXXXII.

TABLE DES MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DU TOME XXI

	Pages
<i>R. Weber.</i> — Sur la capacité inductive spécifique (avec deux dessins)	3
<i>L. Du Pasquier.</i> — Sur les seiches du lac de Neuchâtel, d'après les recherches de M. Ed. Sarasin (avec planche)	44
<i>A. Jaccard.</i> — Contributions à la géologie du Jura :	
I. Sur l'Urgonien supérieur des environs d'Auvernier	51
II. Sur les Polypiers des terrains crétacés dans le Jura	59
III. Sur les différents niveaux de Spongitaires dans le crétacé du Jura	61
IV. Note sur le Corallien de Gilley (Doubs) (avec une coupe géologique)	66
V. Note sur le gisement de fossiles de l'Astartien coralligène de La Chaux-de-Fonds (avec une coupe géologique)	71
VI. Note sur le minerai de fer des Brenets	80
VII. Sur le relèvement des couches glaciaires au Champ-du-Moulin, par M. Ritter	82
VIII. Sur la Vivianite du Locle	84
IX. Sur l'Opale du Locle	86
<i>G. Ritter.</i> — Sur l'hydrologie des sources néocomiennes en général et plus particulièrement sur celle des sources de Gorgier (tannes) et de Saint-Aubin (avec une planche)	88
<i>L. Isely.</i> — Propriétés harmoniques des miroirs et des lentilles (avec une planche)	100
<i>H. Albrecht.</i> — Une visite au sanatorium de Leysin	110
<i>Ed. Cornaz.</i> — Le <i>Rosa Sabini</i> (Woods), plante nouvelle pour la flore neuchâteloise	121

<i>Sam. de Perrot.</i> — Quelques considérations sur les applications industrielles des différents systèmes de réfrigération	130
<i>L. Favre.</i> — La houille de Marsens	147
<i>A. Jaccard.</i> — Sur la houille tertiaire de Marsens, près Bulle (canton de Fribourg)	150
<i>O. Billeter.</i> — Sur la constitution des thiurées	153
<i>P. Godet.</i> — Eugène Mauler (notice biographique)	172
<i>H. Ladame.</i> — Plan incliné de la gare de Serrières	177
Rapport du directeur de l'Observatoire cantonal à la Commission d'inspection pour l'année 1892. <i>Ad. Hirsch.</i> Appendice I.	
Rapport du directeur de l'Observatoire cantonal au département de l'Industrie et de l'Agriculture sur le concours des chronomètres observés pendant l'année 1892. <i>Ad. Hirsch.</i> Appendice II.	
Procès-verbal de la 36 ^{me} séance de la Commission géodésique suisse, tenue à Berne le 7 mai 1893. <i>R. Gautier.</i> Appendice III.	
Exposé historique des travaux de la Commission géodésique suisse de 1862 à 1892, publié comme annexe du procès-verbal de la 36 ^{me} séance. <i>R. Gautier.</i> Appendice IV.	

TABLE DES MATIÈRES

des Procès-Verbaux des Séances

A. AFFAIRES ADMINISTRATIVES

	Pages
Nomination du Bureau pour l'exercice 1892-93	181
Communication de la Commission des blocs erratiques	181
Proposition concernant le renouvellement du Bureau renvoyée à l'étude de ce dernier	183
Réception de membres actifs	183, 192, 203
Démission de membres actifs	186, 188, 197
Décès de membres de la Société	183, 197, 199, 201
Comptes de l'exercice 1890-1891	183, 186
Nomination du caissier de la Société	184
Discussion et décision au sujet du jour des séances	187, 188
Appel en faveur d'un monument à élever à la mémoire de C.-F. Gauss et de W. Weber	194, 197
Comptes de l'exercice 1891-1892	194, 195
Discussion et adoption d'un nouveau règlement	202
Rapport et lettre-circulaire de la Commission des blocs erratiques	203
Nomination de délégués à la session de la Société helvé- tique des sciences naturelles, à Lausanne	206
Règlement de la Société	209

B. TRAVAUX SCIENTIFIQUES

1. ASTRONOMIE ET PHYSIQUE DU GLOBE

Sur la comète de Holmes. <i>Ad. Hirsch</i>	184
Courbes des variations des latitudes observées à Berlin. Prague, Vienne et à Honolulu. <i>Ad. Hirsch</i>	185
Sur les seiches du lac de Neuchâtel. <i>L. Du Pasquier</i>	206

2. MÉTÉOROLOGIE

Statistique de la prévision du temps pour Neuchâtel par le bureau central météorologique de Zurich, pour les années 1889 à 1892. <i>R. Weber</i>	204
--	-----

3. MATHÉMATIQUES

Propriétés harmoniques des miroirs et des lentilles. <i>L. Isely</i>	190
---	-----

4. PHYSIQUE

Nouveaux câbles téléphoniques sans induction. <i>R. Weber</i>	187
Sur un moteur électrostatique. <i>Fr. Borel</i>	191
Sur la capacité inductive spécifique. <i>R. Weber</i>	192
Observations de M. <i>Hirsch</i>	193

5. CHIMIE

Analyse des vins de 1892. <i>O. Billeter</i>	182
Sur quelques maladies des vins. <i>O. Billeter</i>	182
Sur la constitution des thiurées. <i>O. Billeter</i>	193, 205
L'ébulliomètre de Salleron. <i>O. Billeter</i>	198
Une nouvelle balance de Sartorius. <i>O. Billeter</i>	198

6. GÉOLOGIE

Sur l'Urgonien supérieur des environs d'Auvernier. <i>A. Jaccard</i> (note lue par M. <i>F. Tripet</i>)	184
Sur les Polypiers des terrains crétacés dans le Jura. <i>A. Jaccard</i> (note lue par M. <i>L. Du Pasquier</i>)	187
Sur les différents niveaux de Spongitaires dans le crétacé du Jura. <i>A. Jaccard</i> (note lue par M. <i>L. Du Pasquier</i>)	188
Note sur le gisement de fossiles de l'Astartien coralli- gène de La Chaux-de-Fonds. <i>A. Jaccard</i>	191
Note sur le Corallien de Gilley (Doubs). <i>A. Jaccard</i>	194
Sur le relèvement des couches glaciaires au Champ-du- Moulin. <i>A. Jaccard</i>	200
Observations de MM. <i>G. Ritter</i> et <i>L. Du Pasquier</i>	201, 206
Sur la houille de Marsens. <i>L. Favre</i> et <i>A. Jaccard</i>	205, 207
Echantillons de vivianite et d'opale du Locle. <i>A. Jaccard</i>	205
Sur le minerai de fer des Brenets. <i>A. Jaccard</i>	205
Sur l'Hydrologie des sources de Gorgier et de St-Aubin. <i>G. Ritter</i>	206

7. BOTANIQUE

Monstruosité chez un <i>Taraxacum officinale</i> (Dent de lion). <i>P. Godet</i>	201
Existence près de Neuchâtel du <i>Rosa Sabini</i> (Woods). <i>Ed. Cornaz</i>	207

8. ZOOLOGIE

Monstruosité chez l'escargot des vignes. <i>P. Godet</i> . . .	186
Sur la grande Salamandre du Japon. <i>P. de Meuron</i> . .	186
Sur les déformations de coquilles de bivalves habitant les eaux douces. <i>P. Godet</i>	188
Sur la collection d'œufs d'oiseaux donnée au Musée. <i>P. Godet</i>	192

9. MÉDECINE

Extraction de corps étrangers de l'intérieur de l'œil. <i>G. Borel</i>	189
---	-----

10. DIVERS

Lettre du géographe J.-F. d'Ostervald, proposant en 1812 l'introduction dans le pays de l'industrie des ins- truments de précision. <i>M. Tripet</i>	183
Cas d'empoisonnement produit par l' <i>Amanita phalloides</i> . <i>L. Favre</i>	191
Le Sanatorium de Leysin. <i>H. Albrecht</i>	195
Les divers systèmes d'appareils frigorifiques. <i>Sam. de Perrot</i>	196
Sur une disposition permettant de tourner les voitures de tramway sur des plaques tournantes ayant un diamètre plus petit que l'écartement des essieux extrêmes. <i>H. Ladame</i>	197
Quelques détails biographiques sur M. Hipp. <i>Ad. Hirsch</i>	199
Renseignements statistiques sur l'installation du plan incliné de la gare de Serrières. <i>H. Ladame</i> . . .	207



RÉPUBLIQUE ET CANTON DE NEUCHÂTEL



RAPPORT DU DIRECTEUR

DE

L'OBSERVATOIRE CANTONAL

DE NEUCHÂTEL

A LA

COMMISSION D'INSPECTION

POUR

L'ANNÉE 1892

SUIVI DU

RAPPORT SPÉCIAL

SUR LE

Concours des Chronomètres observés en 1892



CHAUX-DE-FONDS

IMPRIMERIE SAUSER & HÆFELI

1893

RAPPORT
DU
DIRECTEUR DE L'OBSERVATOIRE CANTONAL
A LA
COMMISSION D'INSPECTION
POUR
L'ANNÉE 1892

MESSIEURS,

Après la tournée que vous venez de faire dans les salles de l'Observatoire, permettez que je vous parle d'abord en quelques mots du bâtiment et des instruments.

Quant au premier, il y a peu à dire, attendu que, depuis la construction de l'annexe, dont les frais sont maintenant amortis complètement par les ressources du fonds spécial de l'Observatoire, nous nous sommes bornés aux réparations d'entretien.

C'est surtout la mauvaise construction du toit couvert en asphalte, qui nous cause quelquefois des ennuis et demande assez fréquemment de petites réparations urgentes, particulièrement sur la partie recouvrant la salle méridienne, ébranlée et fatiguée naturellement par le mouvement d'ouverture et de fermeture des lourds couvercles du méridien. J'ai déjà exposé, dans mes rapports précédents, les difficultés qui s'opposent à l'amélioration radicale de ce défaut de notre bâtiment, savoir à la réfection de toute la toiture, opération qui, pendant sa durée, exigera l'interruption des observations et de tous les services. Vu cette conséquence fâcheuse, il conviendrait peut-être, pour procéder à cette reconstruction du toit, ainsi qu'à celle des planchers des salles, d'attendre l'époque où le tir fédéral, dont on a l'intention, paraît-il, de placer la cantine dans notre voisinage immédiat, nécessiterait également la fermeture de l'Observatoire pendant plusieurs semaines. En attendant, nous tâcherons d'abriter nos instruments et nous-mêmes, autant que possible, contre les injures du temps, à quoi nous avons réussi assez bien pendant l'année dernière, où deux fois seulement il est entré un peu d'eau et de neige fine dans la salle méridienne, sans faire de tort à l'instrument abrité sous son manteau. — Par contre, dans l'avant-corps d'ouest, l'eau qui filtre rend inhabitable une des trois petites chambres occupées par le concierge.

L'excellent instrument, le cercle méridien d'Ertel, qui, depuis les 34 ans qu'il fonctionne, n'a été soumis qu'une seule fois à une réparation importante, est toujours dans un état très satisfaisant. L'éclairage élec-

trique, que j'ai introduit il y a quelques années pour la lecture des quatre microscopes du cercle, même après que j'ai remplacé avec un succès relatif la pile Lalande par une autre pile sèche, système Siemens, laisse toujours à désirer dans ce sens que ces piles s'affaiblissent trop rapidement et exigent ainsi trop de travail et de frais d'entretien. Ces conditions changeront complètement lorsque, dans un an ou deux, on aura introduit la lumière électrique à Neuchâtel ; alors nous nous empresserons de remplacer en général les becs de gaz, qui servent à l'éclairage des salles et des instruments de l'Observatoire, par des lampes à incandescence qui, tout en éclairant bien mieux les divisions des cercles et les champs des lunettes, ont en outre le grand avantage de les échauffer beaucoup moins. En remplaçant en outre nos nombreuses piles pour les pendules, le chronographe, etc., par des accumulateurs, notre Observatoire, sans charger davantage son budget, profitera grandement du service électrique de la ville. C'est cette considération, unie à l'intérêt que je porte à tout progrès qu'on tente d'implanter dans notre ville, qui m'ont encouragé à prendre sur moi une notable partie du travail que la Commune a demandé à la Commission consultative et au jury qu'elle a nommés pour organiser et juger le concours ouvert pour les projets de transmission électrique et l'emploi des forces de la Reuse. On espère que le jury pourra se prononcer au mois de juillet, de sorte que les travaux d'exécution pourront commencer encore cette année.

Revenant de cette excursion à l'instrument méridien, je dirai qu'il conserve remarquablement le régime de ses constantes ; ainsi, pour la collimation, nous

trouvons presque les mêmes valeurs que précédemment :

	maximum	minimum	amplitude annuelle
en 1890	+0 ^s ,277 (arrivé le 26/II)	+0 ^s ,148 (le 31/VII)	0 ^s ,129
» 1891	+0,232 (» le 1/III)	+0,123 (le 29/VI)	0,109
» 1892	+0,277 (» le 12/III)	+0,146 (le 1/XI)	0,131

Comme on détermine cet élément ordinairement deux fois par mois, il en résulte de nouveau pour son incertitude à peine 0^s,01.

Le second élément, dont on a besoin pour la réduction des observations et qu'on détermine journellement pour chaque série d'observations, *l'inclinaison* de l'axe de rotation, s'est maintenue aussi avec une constance remarquable, ne changeant d'un jour à l'autre que de quelques millièmes de seconde; toutefois sa valeur continue à augmenter lentement, comme dans les années précédentes. Ainsi les nivellements de 1892 ont donné pour la variation annuelle la valeur — 0^s,93 (contre — 0^s,69 en 1890 et — 0^s,77 en 1891), ce qui correspond à un abaissement annuel du pilier occidental de 0^{mm},078 ou bien à 0^u,22 par jour.

Enfin, le troisième élément de réduction, l'azimut de l'axe optique de la lunette, qui se détermine chaque fois qu'on peut combiner l'observation d'une étoile polaire avec celle des étoiles équatoriales, c'est-à-dire environ tous les deux jours, a également conservé pendant l'année dernière le même régime qu'auparavant, ce qui permet de constater que le mouvement intéressant du sol, que nous suivons dès la fondation de l'Observatoire, s'est reproduit à peu près de la même manière; ainsi le mouvement hivernal (O-S-E)

a été cette fois de $+2^s,75$ (au lieu de $+2^s,93$ en 1890, 91) et le mouvement contraire (E-S-O) en été, a été un peu plus faible ($-2^s,07$) que dans les dernières années ($-2^s,73$), conformément au caractère moins prononcé des températures estivales.

Si notre lunette méridienne a des qualités optiques et mécaniques remarquables, notre *horloge sidérale* est décidément la plus parfaite connue jusqu'à présent des astronomes. En effet, la *pendule Hipp*, dont j'ai fait connaître dans mes Rapports antérieurs et dans des publications spéciales la construction remarquable et les grandes qualités, a conservé cette année encore la régularité presque parfaite de sa marche, car la variation diurne qui avait été en 1889 de $\pm 0^s,022$

en 1890 de $\pm 0,019$

en 1891 de $\pm 0,020$

résulte des 255 détermin. obtenues en 1892 de $\pm 0,021$

Pour la compensation, les périodes aux températures extrêmes, qui diffèrent de $16^{\circ},8$ donneraient cette fois la valeur de $+0^s,005$ de variation par degré. Mais en réalité la différence de marche ($0^s,08$), dont elle est conclue, est trop faible pour que la valeur déduite ne soit pas influencée par d'autres causes. Il est vrai que l'influence de la pression est exclue, puisque la fermeture de la cloche s'est maintenue parfaitement — les indications du manomètre n'ont varié dans toute l'année qu'entre $34^{\text{mm}},1$ et $38^{\text{mm}},2$. D'autre part, l'accélération annuelle, proportionnelle au temps, est presque nulle, la marche au commencement et à la fin de l'année ne différant pas sensiblement.

Enfin la durée d'impulsion dépendant de l'intensité du courant, qui restitue au pendule la force employée à la fermeture des contacts, s'est maintenue de nouveau dans d'étroites limites entre 55^s et 75^s, variation qui, d'après la construction de l'instrument, ne saurait influencer la marche.

Malgré cette indépendance de tous les éléments qui peuvent influencer la marche d'un pendule — tels que température, pression, force, temps — et bien que la variation diurne moyenne ne soit en réalité que de 0^s,01 environ, la marche de la pendule Hipp montre, dans le courant de l'année, de petits changements ou vagues plus ou moins périodiques, se maintenant dans les limites de quelques dixièmes de seconde et ne dépassant pas l'amplitude totale de 0^s,52 entre la marche diurne la plus forte et la plus faible observées pendant l'année. J'avoue ne pas pouvoir m'expliquer, pour le moment, ces légères oscillations qui offrent un sujet d'étude très intéressant que je ne manquerai pas de poursuivre; s'agirait-il, par hasard, d'une influence encore inconnue des variations magnétiques sur la marche d'un pareil pendule?

Le fonctionnement de l'horloge électrique n'a été exposé, dans le courant de cette année aussi peu que dans les précédentes, à aucune perturbation sérieuse; aucune interruption ni du pendule, ni du cadran; les piles ont été changées deux fois seulement, le 21 janvier et le 30 juillet; à la première date, qui coïncidait avec des tremblements de terre observés en Italie, il s'est produit un changement durable de la marche, de 0^s,46, tandis que la seconde fois la marche n'a pas été influencée du tout.

En résumé, on ne peut que féliciter notre Observatoire de posséder ce chef-d'œuvre de pendule astronomique, qui contribue, à un si haut degré, à la précision que nous atteignons pour la détermination de l'heure, et à la sûreté avec laquelle nous pouvons la transmettre aux centres d'horlogerie.

Qu'il me soit permis à cette occasion de rendre hommage à son constructeur, le grand artiste et savant électricien que la science et les industries horlogère et électrique viennent de perdre. M. Hipp, qui vient de mourir, il y a quelques jours, à Zurich, dans un âge avancé, a rendu les plus éminents services au développement des applications scientifiques et techniques de l'électricité : à la Suisse, dont il a dirigé avec grand succès l'atelier télégraphique à l'époque où elle a organisé son réseau de télégraphes ; au canton et à la ville de Neuchâtel, où il a fondé la fabrique de télégraphes et appareils électriques qui a bientôt acquis une réputation universelle ; enfin à notre Observatoire, qui lui doit non seulement la plus parfaite horloge astronomique, mais encore un grand nombre d'autres appareils remarquables, parmi lesquels je ne citerai que le chronographe et le chronoscope. M. Hipp compte certainement parmi les plus grands constructeurs électriciens de notre époque ; ce qui le caractérise tout particulièrement, c'est la combinaison intime chez lui de l'habile horloger-mécanicien et du savant et ingénieux électricien ; il a été aussi distingué par le génie d'invention que par la perfection et l'originalité de l'exécution. Ce n'est pas ici la place de raconter la vie de Hipp, si riche en inventions intéressantes et en œuvres utiles, et pour rendre justice aux mérites

de cet homme remarquable ; je ne manquerai pas de le faire ailleurs. J'ai tenu seulement à payer ici, par quelques mots sincères, la dette de reconnaissance que l'Observatoire doit au célèbre constructeur qui vient de disparaître.

De cette triste excursion au cimetière de Zurich revenons à notre Observatoire et à ses instruments. Quant aux autres horloges astronomiques, elles ont conservé leur marche satisfaisante ; ainsi la pendule sidérale de Winnerl, qui date de la fondation de l'Observatoire, a eu en 1892 la même variation moyenne ($\pm 0^s,090$), à quelques millièmes près que l'année précédente ; pour le coefficient de compensation nous trouvons cette fois $- 0^s,032$, correspondant à la valeur moyenne des dernières années ; le coefficient barométrique est également resté le même, $+ 0^s,009$ au lieu de $0^s,010$ ou $0^s,011$.

Les deux autres pendules ont même amélioré leur marche ; la variation moyenne de Kutter est descendue de $\pm 0^s,101$ en 1891 à $\pm 0^s,085$, et celle de Dubois, de $\pm 0^s,130$ à $\pm 0^s,109$.

Maintenant que les ressources du fonds spécial destiné aux nouvelles acquisitions de l'Observatoire sont disponibles, je proposerai de remplacer la pendule Houriet par une seconde pendule électrique, système Hipp, réglée au temps moyen. Comme l'exécution et le réglage d'un tel instrument demandent plusieurs années, la dépense pourrait du reste être échelonnée sur plusieurs exercices.

L'horloge électrique anglaise, pourvu qu'on la nourrisse bien de beaucoup d'électricité, et qu'on lui donne

les soins dus aux vieillards, remplit encore très utilement ses fonctions de télégraphier le temps au dehors et de servir aux comparaisons des chronomètres, après avoir été mise à l'heure chaque jour d'après les observations des étoiles et du soleil à midi. Une seule fois dans l'année (le 11 août), le signal d'heure n'est pas parti du côté de Berne, par la faute de notre horloge, un des ressorts de contact s'étant légèrement déplacé.

Cela m'amène à rendre compte de la régularité de la transmission de l'heure, qui non seulement a été satisfaisante, mais qui s'est améliorée sensiblement par rapport à l'année dernière, surtout du côté de nos stations neuchâteloises. Ainsi qu'on peut le voir par le tableau suivant, le nombre de jours où le signal n'est pas arrivé à l'une ou l'autre des 6 stations du canton est de 4,4 %, c'est-à-dire juste la moitié de l'année dernière. Par contre, du côté de Berne, les lignes ont été dans un état un peu moins satisfaisant, car la perte du signal est pour les trois stations bernoises, en moyenne, de 5,5 %. Enfin, pour les stations vaudoises, qui sont les plus éloignées, le déchet provenant soit de défauts d'isolation des lignes, soit surtout d'irrégularités dans les bureaux télégraphiques et les stations même, monte de nouveau à 12,8 % (12,1 en 1891). La régularité d'observation de nos signaux dans les stations ne laisse, on peut dire, rien à désirer; en moyenne on n'y a manqué que 7,3 fois et, en faisant abstraction des 52 dimanches, où l'on n'observe pas au Sentier, on ne trouve plus que 2 %.

Tableau de la transmission de l'heure.

	1892		Perturbations de lignes
	pas arrivé	pas observé	
Neuchâtel .	5	0	{ mars 17 » 30
Ch.-de-Fds.	9	2	
Locle . . .	13	16	
Brenets . .	21	4	
Ponts . . .	13	5	juin 21
Fleurier . .	36	4	juillet 11
Moyenne	16,2 = 44 0/0	5,2 = 14 0/0	(août 11) faute de notre pendule [anglaise
Bienne . .	16	3	(octobre 25) ligne interrompue
St-Imier . .	37	0	
Berne . . .	7	0	
Moyenne	20,0 = 55 0/0	1,0 = 0,3 0/0	
St ^e -Croix .	18	1	
Le Sentier .	88	52	
Brassus . .	34	0	
Moyenne	46,7 = 12,8 0/0	17,7 = 4,8 0/0	
Moyenne générale	24,8 = 6,8 0/0	7,3 = 2,0 0/0	

En somme, il y a donc amélioration de ce service, et certainement nos horlogers et même les chronométriers ont tout ce qu'il leur faut pour les réglages de précision en recevant l'heure exacte au moins à 0^s,1 près, tous les jours, sauf une fois sur 23. Je n'abandonne pas, du reste, l'espoir qu'on parviendra à

perfectionner encore ce service, lors du prochain renouvellement de la convention avec l'administration des télégraphes. Dans l'intérêt de celle-ci, ainsi que de celui des postes et des chemins de fer, il y aura lieu d'insister alors sur une meilleure utilisation de notre heure à Berne, où l'on ne met pas le régulateur tous les jours à l'heure, comme chez nous, mais où on laisse s'accumuler son erreur jusqu'à $\pm 30^s$ et quelquefois même davantage, avant de la corriger. Recevoir l'heure exacte à $0^s,1$ près, et ne l'utiliser qu'à la demi-minute près, c'est dommage; et pour le service des chemins de fer, ce n'est pas même suffisant, du moins pour les grandes gares et les gares de frontière, surtout lorsque, par l'introduction de l'heure universelle, on aura partout sur la Terre (sauf en France) la même minute et la même seconde. C'est précisément l'importance que les administrations des chemins de fer attribuent avec raison à la précision et à la sûreté du service de l'heure, qui a été le point de départ du mouvement auquel on devra ce progrès.

Parlons de l'autre service pratique de l'Observatoire, du *contrôle des chronomètres*, en résumant brièvement les résultats de l'exercice 1892, sur lequel j'ai présenté, comme d'habitude, en janvier, le rapport détaillé au Département de l'Industrie.

On constate aussi dans cet important service une amélioration sensible, en comparaison des années précédentes. Le nombre des pièces observées est à peu près le même (300) et la proportion des montres qui n'ont pas obtenu de bulletin est un peu moindre, 27 % au lieu de 30 en 1891 et de 31 en 1890. Mais ce déchet est encore trop fort; pour le diminuer, on

pourrait examiner si, pour la classe D, qui en fournit le plus grand nombre, on ne devrait pas porter la limite maxima de l'écart diurne individuel à $\pm 3^s$, en conservant la limite $\pm 2^s$ seulement pour la variation moyenne.

Pour les chronomètres qui ont obtenu un bulletin, presque tous les éléments du réglage montrent un progrès sensible; ainsi la variation diurne moyenne est de nouveau descendue à la valeur des meilleures années, c'est-à-dire à *la demi-seconde*; la variation du plat au pendu n'est en moyenne que de $\pm 1^s,80$, valeur qui n'a été dépassée légèrement qu'en 1880, où elle était de $+ 1^s,75$; la somme des 4 variations de position ($\pm 8^s,14$) reste également parmi celles des meilleures années, et enfin la compensation est la plus parfaite observée jusqu'à présent, puisque la variation moyenne par degré n'est que $\pm 0^s,08_5$.

Avec ces moyennes favorables, il est naturel que tous les prix du concours aient pu être accordés et que les chefs-d'œuvre de chronométrie n'ont pas manqué en 1892. Ainsi, parmi les 7 chronomètres de marine observés, celui de la maison Nardin, qui a eu le prix, n'a montré qu'une variation moyenne de $\pm 0^s,10$ et sa marche a été tellement constante que la différence entre la première et la dernière semaine n'a pas dépassé $0^s,12$. — Enfin, cette fois encore, l'enregistrement électrique n'a exercé, pour les chronomètres qui en étaient pourvus, aucune influence sensible sur la marche, l'un ayant montré seulement $0^s,12$, l'autre $0^s,24$ de différence entre les marches sans ou avec courant électrique.

En général, j'ai fait voir dans mon rapport spécial, que la moyenne des chronomètres de marine de 1892

dépasse la moyenne générale des montres marines observées depuis 1873 pour presque tous les éléments de réglage, ce qui est vrai aussi pour la pièce couronnée en 1892.

Cette perfection remarquable de notre chronométrie de marine, qui va toujours en augmentant et qui fournit des instruments de premier ordre, dont le mérite n'est pas encore assez connu dans le monde de la science et de la navigation, m'a engagé à proposer au Conseil d'Etat de publier, dans une brochure spéciale, les tableaux statistiques des résultats fournis par une centaine de chronomètres de marine observés pendant une vingtaine d'années. Je mets cette publication, que vous aurez du reste reçue dans le temps, sous les yeux de la Commission. Il est de ma connaissance que cette mesure du Gouvernement n'a pas été inutile.

Parmi les chronomètres de poche observés en 1892, il y en a également de fort remarquables : ainsi le premier prix de la classe B a conservé sa marche dans les six semaines d'épreuve à $0^s,06$ près ; un autre chronomètre à ancre, de M. Ch^s Humbert fils, à la Chaux-de-Fonds, qui a obtenu le premier prix dans la classe C, n'a qu'une variation moyenne de $\pm 0^s,26$. Si l'on avait parlé à un horloger de la dernière génération d'une montre à ancre qui ne varie que d'un quart de seconde, il aurait eu de la peine à le croire. Heureusement ces progrès sont bien réels et l'industrie horlogère ne s'est pas seulement développée par la quantité et le bon marché de ses produits, elle s'est perfectionnée aussi singulièrement pour la qualité.

L'année 1892 a été de nouveau très favorable aux observations astronomiques, l'état du ciel étant en général assez beau, soit pendant la nuit, soit de jour. Ainsi on verra par le tableau suivant des observations méridiennes, que nous avons pu profiter, pour l'observation des étoiles, de 171 nuits du moins partiellement claires; c'est le chiffre le plus élevé dont je me souviens et qui dépasse notablement celui de la plupart des Observatoires de nos latitudes.

Statistique des observations méridiennes en 1892.

MOIS	Nombre des nuits d'observations	Nombre des étoiles fondamentales observées	Nombre des observations du soleil	Nombre des observations de la lune	Nombre des planètes observées	Nombre des jours sans observations	Intervalle moyen entre deux détermi- nations de l'heure	Plus long intervalle sans observations
Janvier . . .	11	111	6	—	—	17	2,4	6,0
Février . . .	13	119	8	—	—	12	1,6	4,0
Mars	19	151	14	—	—	4	1,2	3,5
Avril	10	87	21	—	—	4	0,9	2,0
Mai	17	196	22	—	—	5	0,9	2,0
Juin	15	166	21	—	—	5	0,9	2,0
Juillet	21	227	22	—	—	6	0,9	6,0
Août	21	224	25	—	1	4	0,8	2,0
Septembre . .	17	149	18	2	11	7	1,0	2,5
Octobre . . .	10	95	6	3	5	13	1,7	5,0
Novembre . .	8	84	4	5	8	17	2,3	5,0
Décembre . .	9	106	6	3	11	19	2,4	7,5
Année 1892	171	1715	173	13	36	113	1,4	7,5

Comme le nombre des étoiles observées est de 1715, auxquelles il faut ajouter 36 observations de planètes et 13 de la lune, cela fait une moyenne de 10,3 observations méridiennes par nuit. D'autre part, nous avons pu observer 173 fois le passage du soleil au méridien; comme pour ces observations nous déterminons chaque fois non seulement l'inclinaison, mais, au moyen de nos mires, aussi l'azimut de notre instrument, elles présentent un haut degré de précision et peuvent être utilisées, pour la détermination de l'heure, avec un poids qui tombe rarement au-dessous de la moitié de celui attribué aux résultats fournis par les étoiles fondamentales. En effet, en interpolant pour l'instant du midi la correction de la pendule, déduite des séries d'étoiles observées la veille et le lendemain, — ce qu'on peut faire avec une grande sûreté, grâce à la petitesse exceptionnelle de la variation de notre pendule, — il est rare que la correction obtenue par le soleil en diffère de plus de 1 à 2 centièmes de seconde.

En procédant ainsi, nous réduisons considérablement les intervalles entre deux déterminations consécutives de l'heure; en moyenne, cet intervalle a été dans l'année passée de 1^j,4; pour les six mois d'été, il n'est même que de 0^j,9, tandis que, de novembre à janvier, il ne dépasse pas 2^j,4. Le plus grand intervalle sans observations est survenu, comme d'habitude, dans la période des brouillards, en décembre, et a atteint cette fois 7^j,5. A la fin de cette période relativement longue, l'erreur de notre signal d'heure n'a cependant pas dépassé 0^s,3, et pour les comparaisons des chronomètres, cette incertitude a pu être réduite au-dessous d'un dixième de seconde, en y appliquant,

après la première nouvelle observation du ciel, les corrections résultant de l'interpolation.

Par cette fréquence des déterminations directes, et en employant à ces observations les instruments et méthodes les plus parfaits, — les passages au méridien sont observés chronographiquement à 9, 13 ou 21 fils — nous réussissons à leur assurer un haut degré de précision, qui se traduit en moyenne par une erreur probable de quelques centièmes et qui reste toujours au-dessous d'un dixième de seconde.

Il résulte des explications qui précèdent qu'on peut tirer de nos observations des ascensions droites qui permettent d'en déduire des corrections pour un certain nombre d'étoiles fondamentales, et qui, d'autre part, pourront être utilisées avec fruit pour le perfectionnement des tables du Soleil. Je fais commencer les travaux préparatoires pour cette dernière étude intéressante.

Mais ce haut degré de précision que nous avons pu atteindre pour nos observations ne pourra leur être conservé que si les conditions topographiques, dans lesquelles l'Observatoire a été placé lors de sa fondation, restent intactes. Le projet fantastique dont il a été question dernièrement, lorsqu'on s'est occupé du tir fédéral pour 1898, et qui consiste à niveler jusqu'au niveau de la plaine actuelle du Mail, tout le massif des rochers qui bordent la route de l'Observatoire du côté sud, ce qui aurait pour effet de laisser l'Observatoire perché sur une espèce de pilier isolé, compromettrait non seulement la qualité de nos observations, mais l'existence même de l'Observatoire. En effet, en plaçant ainsi l'Observatoire sur une colonne de rochers

nus et à parois presque verticales, exposées à l'inso-
lation et au rayonnement nocturne, on modifierait les
environs immédiats de notre établissement de la ma-
nière la plus fâcheuse, surtout au point de vue de la
stabilité thermique du sol et de la tranquillité optique
de l'air, à tel point qu'il faudrait renoncer à y faire
des observations de précision. En outre, le nivellement
de ce massif considérable de roches dures nécessite-
rait l'exploitation à la mine pendant six mois au moins,
probablement pendant une année, durant laquelle on
ne pourrait pas travailler à l'Observatoire.

Quoique ce danger soit encore bien éloigné et bien
problématique, j'ai cru de mon devoir de le signaler
dès à présent à la Commission et aux autorités qui
sont appelées à veiller sur les intérêts de notre éta-
blissement et qui, j'en suis persuadé, ne permettront
jamais qu'on sacrifie l'Observatoire, qui a rendu et
qui est appelé à rendre encore dans l'avenir de sérieux
services à notre pays et à son industrie principale,
pour une fête de 8 à 10 jours, quelle que soit du reste,
au point de vue patriotique, l'importance qu'on lui
attribue, et moins encore pour procurer des matériaux
de remplissage à la Commune de Neuchâtel.

En attendant, nous continuerons à tirer le meilleur
parti possible des ressources dont notre Observatoire
a été doté, et à y poursuivre des travaux importants
pour la science et pour de grands intérêts des nations
civilisées. Comme d'habitude, je rendrai compte, très
brièvement, des progrès réalisés dans les domaines
de la géodésie et de la métrologie.

La Commission géodésique suisse s'est réunie l'an-
née dernière, au mois de mai, à Berne; on s'y est

occupé encore des recherches des déviations de la verticale dans notre région, qu'on a complétées par les stations du Chasseral et surtout par celle de Naye; les observations qu'on y a exécutées confirment le résultat intéressant, dont j'ai parlé dans mon précédent Rapport, en montrant nettement l'attraction des deux puissantes chaînes des Alpes et du Jura, et en indiquant l'existence, sous ces montagnes, de vides relatifs. A ce propos, je puis ajouter que, d'après des communications faites l'année dernière à la Conférence géodésique internationale, l'existence de ces vides souterrains a été constatée également par les géodésiens autrichiens faisant des études analogues sur le col du Brenner entre Munich et Mantoue, ainsi que par les Anglais sous l'Himalaya.

Chez nous, on continue maintenant ces études dans la Suisse centrale et orientale, et, pour approfondir la question des attractions locales dans le méridien de Neuchâtel, notre savant compatriote, M. Léon Du Pasquier, continue ses travaux, entrepris pour calculer les volumes et les densités des masses soulevées.

Ces recherches qui, par la combinaison des observations astronomiques et géodésiques, sont destinées à rendre compte des petites irrégularités de la figure terrestre, seront chez nous aussi appuyées par un réseau assez serré de stations de pendule, où l'on détermine l'intensité de la pesanteur par des mesures relatives, suivant la méthode de M. von Sterneck, aussi exacte qu'expéditive.

Après avoir terminé le réseau principal du *nivellement de précision de la Suisse*, j'ai abandonné la direction des opérations secondaires, servant surtout

aux besoins pratiques du service hydrographique de la Confédération, au rattachement des stations météorologiques, etc., au Bureau topographique fédéral, qui s'est chargé également de la conservation des repères, en les entourant de repères de contrôle.

L'espoir que j'avais exprimé, qu'on parviendrait enfin l'année dernière à la solution de l'ancien problème du choix de la mer pour le niveau fondamental unique des altitudes en Europe, a encore été déçu, moins à cause des difficultés inhérentes au problème, qu'en raison des malheureuses rivalités nationales qui empêchent la France d'abandonner son niveau moyen de la Méditerranée à Marseille, et les Allemands leur « Normal-Null », basé sur la Baltique. Pour tourner cette difficulté, j'ai modifié ma première proposition d'il y a 9 ans, en suggérant l'idée de fixer le niveau général de la mer par un repère fondamental, établi au centre du continent, en pays neutre (Suisse), et j'ai réussi, dans la Conférence géodésique de l'automne dernier, à empêcher du moins qu'on abandonne cette question importante, et à faire décider qu'on la renvoie à une nouvelle étude par une commission spéciale, dont je fais partie.

Dans la Conférence générale de l'Association géodésique, qui a été accueillie en 1892 à Bruxelles par les autorités politiques et scientifiques belges, avec la plus aimable hospitalité, le fait le plus important a été la constatation définitive de la variabilité des latitudes, et de son explication par le déplacement périodique de l'axe de rotation dans le corps du globe terrestre; la réussite complète de l'expédition à Honolulu a prouvé avec évidence le parallélisme complet entre

les variations des latitudes aux îles Sandwich et celles observées en Europe. L'inspection des courbes dessinées dans ces différents points de la Terre suffit pour s'en convaincre, et le calcul montre que l'amplitude de ce mouvement à peu près annuel est de 0",53. — Afin de continuer ces recherches, établir avec plus de précision la durée de la période, décider s'il existe aussi des variations séculaires, enfin pour arriver à en découvrir les causes, il faudrait organiser tout un service régulier d'observations de latitude dans quatre points situés sur le même parallèle; mais comme ce projet exigerait des ressources financières dépassant celles dont dispose actuellement l'Association géodésique, et en attendant que les gouvernements associés les aient accordées, on a décidé à Bruxelles de se contenter pour le moment de centraliser et de publier, par le Bureau central de l'Association, les observations qu'on est disposé à entreprendre ou à continuer dans plusieurs pays.

Je n'entre pas ici dans les nombreux détails des intéressants rapports spéciaux et nationaux sur les progrès réjouissants qu'on a réalisés pour les travaux géodésiques dans la plupart des pays. Les Comptes-Rendus que je fais imprimer en ce moment à Neuchâtel, et qui paraîtront prochainement en un fort volume de plus de 600 pages, les contiendront tous.

En attendant, je mets sous les yeux de la Commission les Comptes-Rendus de Florence, qui ont paru en 1892.

Je me borne à mentionner encore que la Conférence de Bruxelles a voté un crédit de fr. 5000, pour créer à Breteuil une station normale pour la vérification et

la comparaison des appareils de pendule, servant à la mesure de la pesanteur.

Dans ces conditions, le Comité international des Poids et Mesures a agréé la demande d'établir cette utile institution au Bureau international de Breteuil; il rendra ainsi un nouveau service à la Géodésie, pour laquelle il continue à déterminer la véritable longueur des étalons qui ont servi dans les pays de l'Europe à la mesure des bases, condition indispensable pour pouvoir combiner avec succès les différents réseaux trigonométriques dans le but d'en déduire la forme et les dimensions de la Terre.

Je dépose sur la table de la Commission les Procès-verbaux des sessions de 1891 et 1892 du Comité international; ces derniers, qui viennent de paraître, montrent que l'institution internationale continue d'une manière très satisfaisante l'œuvre importante pour laquelle elle a été créée. Le Comité, qui a perdu de nouveau un de ses membres, l'illustre chimiste Stas, n'est plus composé que de douze membres; il est à espérer que les deux vacances que la mort a causées dans son sein seront comblées prochainement.

Le personnel scientifique de Breteuil est resté le même et continue à nous donner la plus grande satisfaction par l'excellence et le nombre de ses travaux.

La seconde série des 8 mètres prototypes à traits a été terminée et reçue par le Comité l'automne dernier; on procède depuis lors à leur distribution par le sort aux Etats et aux institutions scientifiques qui les

ont commandés. La construction des mètres à bouts, entourée de toutes sortes de difficultés, avance de manière à espérer qu'on pourra remettre l'année prochaine ces étalons aux Etats qui en ont fait la demande.

L'étude des trois baromètres normaux de notre établissement est terminée, et a eu pour résultat que le diamètre intérieur du tube de ces instruments fondamentaux ne doit pas être inférieur à 4 centimètres. Comme pour la thermométrie, ainsi pour les baromètres, les étalons normaux sont déterminés et vérifiés par notre bureau de Breteuil. La solution du problème des thermomètres pour les basses températures, attendue avec impatience par les météorologistes, les physiciens et les chimistes, pourra être achevée prochainement; d'après les recherches de M. Chappuis, c'est décidément le toluène qui sera employé pour ces instruments.

M. Guillaume, chargé d'étudier les meilleures substances pour la construction des étalons et règles divisées de précision, a abouti à donner la préférence au nickel et à ses alliages.

Mais l'étude la plus importante au point de vue scientifique, qui a été poursuivie en 1892 au Bureau international, concerne la détermination du rapport entre la longueur du mètre et celle des ondes lumineuses; elle profitera non seulement à l'avancement de nos connaissances optiques, mais elle nous procurera en même temps un témoin naturel inaltérable pour le contrôle de la longueur du mètre. Pour l'exécution de cette intéressante étude, nous avons sollicité et obtenu la coopération de l'illustre physicien amé-

ricain, M. Michelson, qui, après neuf mois de travail continu, vient d'en terminer la partie principale.

Le Comité international, à la demande du Gouvernement anglais, a décidé de déterminer dans le courant de cette année l'équation directe entre le yard anglais et le mètre. Cette opération a une importance particulière, puisqu'elle fixera définitivement la relation entre les deux unités de mesure les plus répandues dans le monde, et qu'elle contribuera probablement à faciliter la transition définitive, en Angleterre et aux Etats-Unis, entre leur système actuel des poids et mesures et le système métrique. C'est alors seulement que le mètre règnera sur toute la Terre. Pour assurer ce progrès si désirable en Angleterre, il ne s'agit pas de gagner les savants, les industriels et les techniciens, qui sont presque tous partisans décidés du système métrique, mais le monde du petit commerce et des ouvriers qui, sous ce rapport, sont d'un conservatisme exagéré qui ne s'explique que, pour une partie de ces classes, par l'intérêt qu'elles trouvent à maintenir le gâchis incroyable qui existe entre les nombreuses unités de poids et mesures, usitées actuellement en Angleterre.

Parmi les publications, je citerai seulement le Rapport de la Commission spéciale qui était chargée d'établir l'équation entre le nouveau prototype international et l'ancien mètre des Archives. Il en ressort que le desideratum de rendre la nouvelle et l'ancienne unités métriques aussi égales que possible, se trouve réalisé d'une manière absolue, puisque les deux mètres sont égaux à 1^{μ} près.

Je reviens à notre Observatoire en constatant encore que notre bibliothèque s'est accrue en 1892 de 77 ouvrages et fascicules. Dans l'intérêt de la conservation de cette précieuse collection, il serait grand temps que l'Observatoire pût employer pour les reliures de nos ouvrages une somme un peu plus importante qui pourrait être prise sur le crédit du fonds spécial de l'Observatoire. Je me permets de recommander ce point au bienveillant intérêt du Département de l'instruction. — Je ne manquerai pas de joindre à ce Rapport la liste des ouvrages reçus en don ou en échange, par notre bibliothèque.

Je termine ce Rapport en donnant le meilleur témoignage au personnel de l'Observatoire pour les excellents et consciencieux services qu'il rend. Nous avons eu le regret de perdre, il y a un an, notre aide-astronome, M. Hilfiker, qui, pour des raisons de santé, a donné sa démission, après avoir travaillé pendant une dizaine d'années, avec grand dévouement et d'une manière très utile, à notre établissement. Nous avons été heureux de pouvoir remplacer cet excellent fonctionnaire scientifique par un jeune astronome distingué, M. Vilmar-Louis Arndt, d'Erfurt, qui, après avoir fait de fortes études à l'université, et avoir déjà acquis à l'Observatoire de Berlin l'habitude des observations méridiennes, s'est vite familiarisé, après quelques mois d'exercice, avec notre genre spécial d'observations; M. Arndt, qui est animé du feu sacré de la science, est un habile observateur, dont l'équation personnelle paraît être assez stable, et un calculateur consciencieux, qui ne tardera pas à acquérir toute la sûreté désirable.

Je recommande enfin notre excellent et utile employé, M. Studer, qui sert l'Observatoire avec une parfaite honnêteté et intelligence depuis plus de 12 ans, pour une amélioration de son traitement, réellement insuffisant pour un père de famille.

Neuchâtel, le 12 mai 1893.

Le Directeur de l'Observatoire cantonal,

D^r Ad. HIRSCH.

ANNEXE

Liste des publications et ouvrages reçus en don
ou en échange par la Bibliothèque de l'Ob-
servatoire cantonal, en 1892.

- Anales de la Sociedad cientifica Argentina.* Buenos-Aires, 1892.
- Annalen der Schweiz. meteorol. Centralstation,* für 1889.
- Almanaque Nautico para 1893, 1894.* Madrid.
- Annalen des Physikal. Central-Observatoriums,* herausgegeben von H. Wild, St.-Petersburg 1891. Theil I und II.
- Angelitti, F. Nuova Determinazione della Latitudine Geografica del R. Osservatorio di Capodimonte.* 1891.
- Annuaire pour l'an 1893,* publié par le Bureau des Longitudes. Paris, 1892.
- Annuario astro-meteorologico 1891, 1892.* Venezia.
- Anton, Astronomisch-Nautische Ephemeriden* für das Jahr 1893. Triest, 1891.
- „*Antoni Alcate*“ *Memorias della Sociedad Cientifica,* tomo V. Mexico, 1891.
- Aschieri, Effemeridi del Sole e della Luna* 1892, 1893. Torino, 1891, 92.
- André, Ch. Météorologie Lyonnaise,* année 1888/89 et 1889/90. Lyon, 1890, 91.
- André, Ch. Relations des phénomènes météorologiques.* Lyon, 1891.
- André, Ch. Travaux de l'Observatoire de Lyon,* I et II, 1892.

Astronomical Society of the Pacific, vol. IV. San Francisco, 1892.

Astron. Gesellschaft, Catalog der Zone $+50^{\circ}$ bis $+55^{\circ}$ von Rogers. Cambridge (Mass.), 1892.

Association géodésique internationale. Comptes-rendus de Florence en 1891. Neuchâtel, 1892.

Berlin k. Sternwarte. Beobachtungsergebnisse, Heft 6. Berlin, 1892.

Berlin k. Sternwarte. Astron. Beobachtungen der Zone $+20^{\circ}$ bis $+25^{\circ}$ von Becker, herausgegeben von W. Fœrster. 1892.

Besançon, Observatoire astronomique et météorologique. Bulletin chronométrique, 1889-92.

Besançon, Observatoire astron. et météorol. Bulletin météorologique, 1891, 92.

Besançon, Observatoire astron. et météorol. Description des terrains, instruments et services de l'Observatoire, par L. Gruy. Besançon, 1892.

Bossert. Catalogue de 3950 étoiles ramenées à l'équinoxe de 1800. Paris, 1892.

Buletinul Observatiunilor Meteorologice din Romania publicat de St. Hepites, anuli 1892. Bucuresti.

Capodimonte. Osservazioni Meteoriche fatte nel R. Osservatorio, 1892.

Carte photographique du ciel, Bulletin du Comité, t. II, fasc. 1. Paris, 1892.

Cantor, M. Vorlesungen über Geschichte der Mathematik, II. Band, 1892.

Cincinnati Observatory. Publications. Catalogue of proper motion stars. Cincinnati 1892.

Columbia College Observatory, New-York. The parallaxes of μ and η Cassiopeia, by H. Jacoby.

- Columbia College Observatory, New-York. The Rutherford photographic measures of the group of the Plejades*, by H. Jacoby.
- Columbia College Observatory, New-York. The Rutherford photographic measures of the stars about β Cygni*. New-York, 1892.
- Comité international des Poids et Mesures. Quinzième Rapport aux Gouvernements signataires de la convention du Mètre sur l'exercice de 1891*. Paris, 1892.
- Deutsches Meteorol. Jahrbuch für 1891: Ergebnisse der meteorolog. Beobachtungen in Bremen 1891*. Bremen, 1892.
- Ephémérides des étoiles lunaires* par Lœwy. Bureau des longitudes. Paris, 1892.
- Essai météorologique 1784*. (Don de M. le D^r Cornaz.)
- Figuier. L'année scientifique 1891*. Paris, 1892.
- Flammarion, C. La planète Mars*. Paris, 1892.
- Gonnessiat, F. Recherches sur l'équation personnelle: Travaux de l'Observatoire de Lyon*, II, 1892.
- Göttingen, Sternwarte, Astron. Mittheilungen*, herausgegeben von W. Schur. 1891.
- Grossmann, E. Untersuchungen über systemat. Fehler bei Doppelsternbeobachtungen*. Göttingen, 1892.
- Harvard College Observatory. Catalogue of 8627 stars between $+50^{\circ}$ and $+55^{\circ}$ by W. Rogers*. Karlsruhe, 1892.
- Hevény (Ungarn) Astrophysik. Observatorium. Meteorol. Beobachtungen im Jahre 1890*, herausgegeben von E. v. Gotthard, Budapest, 1892.
- Hirsch et Dumur. Le Réseau de triangulation suisse. Vol. III: La mensuration des bases*. Lausanne, 1888.

- Hirsch, A. Comptes-rendus des séances de la Commission permanente de l'Association géodésique internationale réunie à Florence en 1891.* Neuchâtel, 1892.
- Hirsch, A. Procès-verbal de la Commission géodésique suisse 1892.* Neuchâtel, 1892.
- Jacoby, H. On the determination of the azimuth by elongation of Polaris* (Monthly Notices, 1892).
- Jacoby, H. On the reduction of transit observations by the method of least squares* (Monthly Notices, 1892).
- Jacoby, H. Tables for the reduction of transit observations by the method of least squares* (Monthly Notices, 1892).
- Kammermann. Résumé météorologique de l'année 1891 pour Genève et le Grand St-Bernard.* Genève, 1892.
- Korn. Eine Theorie der Gravitation und der electrischen Erscheinungen auf Grundlage der Hydrodynamik.* Berlin, 1892.
- Klein, H.-J. Führer am Sternhimmel.* Leipzig.
- Klein, H.-J. Jahrbuch der Astronomie und Geophysik,* 1891.
- Lorentzen. Ueber die Untersuchung der Scalén eines Helimeters.* Kiel, 1892.
- London. Meteorological council: Ten years sunshine in the British Isles 1881-1890.* London, 1891.
- London. Meteorological council: Harmonic Analysis of hourly observations of air temperature and pressure.* London, 1891.
- London. Meteorological council: Hourly means of the readings obtained from the self recording instruments.* London, 1891.
- London. Monthly Notices of Royal Astronomical Society.* Vol. LII, 1892.

- Madras, Government observatory. Results of observations of the fixed stars made with the meridian circle by Michie Smith. Madras, 1892.*
- Madrid, Observatorio. Observaciones meteorológicas 1890 y 1891. Madrid, 1892.*
- Madrid, Observatorio, Resumen de las observaciones meteorológicas 1889. Madrid, 1891.*
- Memorias de Instituto Geografico y Estadístico, tomo VIII, IX. Madrid, 1891.*
- Meteorol. Beobachtungen an 15 Stationen der Schweiz. III. Quartal. 1891.*
- Mexico. Observatorio meteorologico-magnetico central: Boletin mensual, tomo III.*
- Mohn, H. Jahrbuch des norweg. meteorolog. Instituts für 1890. Christiania, 1892.*
- Neuchâtel, République et canton: Rapport du Conseil d'Etat au Grand Conseil sur la gestion et l'exécution des lois pendant 1891. Neuchâtel, 1892.*
- Neuchâtel, Observatoire cantonal: Catalogue des étoiles lunaires, par J. Hilfiker. Neuchâtel. 1891.*
- Observatorio meteorologico del Colegio del Estado de Puebla.*
- Oudemans. Triangulation von Java. Haag, 1891.*
- Plassmann. Beobachtungen veränderlicher Sterne. Köln, 1891.*
- Porro. Azimut assoluto del segn. trig. di Monte Vesco. 1891.*
- Potsdam. Publicationen des astrophys. Observatoriums herausgeg. von H. Vogel; VII u. VIII. Potsdam, 1892, 93.*

- Prag, k. k. Sternwarte: *Magnetische und meteorol. Beobachtungen im Jahre 1891.*
- Prag, k. k. Sternwarte: *Astronom. Beobachtungen nebst Zeichnungen und Studien des Mondes*, von Weinek. Prag, 1893.
- Rapport sur les observatoires astronomiques de province* par Lœwy. Paris, 1892.
- Rajna, M. *Sull' Escursione diurna della declinazione magnetica a Milano.* 1891.
- Repertorium für Meteorologie.* Band XV, red. von H. Wild.
- Rizzo, G. *Il clima di Torino.* Torino, 1892.
- Russel, H.-C. *Results of meteorological observations made in New South Wales during 1889.*
- Russel, H.-C. *Results of Rain, River and Evaporation observations made in New South Wales during 1890.*
- Schaeberle. *Terrestrial atmospheric absorption of the photographic rays of light.* 1892.
- See. *Die Entwicklung der Doppelsternsysteme.* Berlin, 1893.
- Sydney Observatory. *Description of the star camera.* Sydney, 1892.
- Sydney Observatory. *Double star measures.* Sydney, 1892.
- Sydney Observatory. *Preparation now being made for the photographic Chart of the Heaven.* Sydney, 1892.
- Tacubaya. *Boletin del Observatorio astronomico national, observaciones meridianas*, tomo I.
- Tetens, O. *Untersuchung über den Gang der Hauptuhr der Bothkamper Sternwarte.* Leipzig, 1892.
- Transactions of the astronomical observatory of Yale university.* Vol. I: *Triangulation of stars in the vicinity of the north Pole by Elkin.* Newhaven, 1893.

*Torino. Osservazioni meteorologiche fatte nell' anno 1891
alle Osservatorio della R. universitate. Torino, 1892.*

*Varsovie. Observatoire. Observations faites au cercle
méridien, par Wastokoff. Varsovie, 1892.*

*Washington. U. S. N. Observatory. Observations du-
ring 1888.*

*Washington. S. Observatory. Report of the superin-
tendent for the year ending 1892 june 30.*

*Washington. U. S. Coast and Geod. Survey. Deter-
mination of gravity with half-second pendulums
by Mendenhall. Washington, 1892.*

*Zeitschrift für Schweizerische Statistik 1892. 25. Jahr-
gang. Bern, 1892.*



RAPPORT DU DIRECTEUR
DE
L'OBSERVATOIRE CANTONAL
DE NEUCHÂTEL
AU
DÉPARTEMENT DE L'INDUSTRIE ET DE L'AGRICULTURE
SUR LE
CONCOURS DES CHRONOMÈTRES
OBSERVÉS
PENDANT L'ANNÉE 1892



CHAUX-DE-FONDS
IMPRIMERIE SAUSER & HÆFELI
1893

RAPPORT

SUR LE

CONCOURS DES CHRONOMÈTRES

OBSERVÉS EN 1892

A

L'OBSERVATOIRE DE NEUCHÂTEL

MONSIEUR LE CONSEILLER D'ÉTAT,

J'ai l'honneur de vous rendre compte du concours de 1892, établi à l'Observatoire cantonal pour les chronomètres de poche et de marine. En le faisant suivant le mode habituel, qui comporte la comparaison des résultats obtenus dans les années successives, j'aurai l'occasion de montrer que le concours de 1892 a été normal, presque à tous les points de vue essentiels. Le nombre des chronomètres observés a été à peu près le même que les années précédentes et, quant à la qualité, j'ai eu la satisfaction de constater des progrès sensibles réalisés pour les principaux éléments du réglage, surtout pour la compensation, car la va-

leur moyenne de la variation par degré de température a été la plus faible que nous ayons eue à enregistrer jusqu'ici. Enfin, il s'est trouvé, dans les trois premières classes de chronomètres, de nombreuses pièces remplissant largement les conditions prescrites pour l'obtention des différents prix.

Je tâcherai, comme de coutume, de résumer, surtout par des tableaux comparatifs, la marche de notre horlogerie de précision, telle que nous pouvons en juger d'après les nombreux échantillons présentés à l'examen de l'Observatoire.

Voici d'abord le tableau statistique des chronomètres envoyés et retournés avec bulletin pendant les treize dernières années :

ANNÉES	Chronomètres présentés	Bulletins délivrés	Chronomètres renvoyés sans bulletin
1880	170	134	21 %
1881	270	228	16
1882	306	234	23
1883	503	383	24
1884	346	269	22
1885	459	326	29
1886	324	237	27
1887	341	238	30
1888	346	262	24
1889	471	335	29
1890	290	201	31
1891	306	213	30
1892	300	219	27

Il en résulte, cette fois encore, que 81 pièces, c'est-à-dire 27 0/0, n'ont pas reçu de bulletin. Dans ce nombre il y a eu :

43 chronomètres ayant montré des variations diurnes dépassant la limite de 2^s;

4 » dont la marche diurne a dépassé 10^s;

4 » dont la compensation a été insuffisante ;

1 » dont la variation du plat au pendu a dépassé la limite réglementaire de 10^s ;

2 » qui se sont arrêtés pendant l'observation ;

27 » enfin, ont été retirés par leurs fabricants avant la fin de l'épreuve.

Cette proportion des pièces insuffisamment réglées, quoique plus faible que dans les trois dernières années, est encore trop forte; il y a lieu de s'étonner de ce fait, d'autant plus que, dans tous nos centres horlogers, les fabricants et les régleurs ont à leur disposition l'heure de l'Observatoire, qui leur permet de s'assurer que la marche de leurs chronomètres reste dans la limite prescrite par le Règlement.

Les études qui vont suivre ne se rapportent naturellement qu'aux 219 chronomètres ayant obtenu un bulletin.

Quant à la provenance, le tableau suivant montre que Le Locle, qui s'était laissé devancer pendant les

dernières années par La Chaux-de-Fonds, a repris le premier rang avec 44 % :

{ <i>Le Locle</i> a envoyé 97 chronomètres = 44 %			
<i>La Chaux-de-Fonds</i>	»	81	» = 37 »
<i>Neuchâtel</i>	»	14	» = 6,5 »
<i>Les Brenets</i>	»	7	» = 3 »
<i>Fleurier</i>	»	5	» = 2 »
<i>Les Ponts</i>	»	2	» = 1 »
<i>Peseux</i>	»	1	» = 0,5 »
<i>Bienne</i>	»	4	» = 2 »
<i>Soleure</i>	»	4	» = 2 »
<i>St-Imier</i>	»	2	» = 1 »
<i>Le Brassus</i>	»	1	» = 0,5 »
<i>Bea</i>	»	1	» = 0,5 »
219 chronomètres = 100 %			

La proportion avec laquelle les différentes classes de chronomètres entrent dans le nombre total des pièces est restée presque exactement la même que celle de l'année dernière, sauf pour la classe B, dont le nombre est un peu plus considérable. On voit, par le tableau suivant, que le fait regrettable, que j'ai dû signaler déjà dans mes derniers rapports, se reproduit encore cette fois, savoir que les montres de la classe D, qui subissent une seule épreuve, sont encore de beaucoup les plus nombreuses et dépassent la moitié du total.

CLASSES	1887	1888	1889	1890	1891	1892
<i>A. Chronomètres de marine, observés pendant 2 mois . . .</i>	8	12	5	10	6	7
<i>B. Chronomètres de poche, observés pendant 6 semaines, en 5 positions</i>	27	42	54	39	19	26
<i>C. Chronomètres de poche, observés pendant 1 mois, en 2 positions</i>	74	61	93	64	66	65
<i>D. Chronomètres de poche, observés pendant 15 jours, à plat, à la température ambiante .</i>	129	147	183	88	122	121
Total . . .	238	262	335	201	213	219

Après ces quelques données statistiques, je passe aux études se rapportant à la qualité du réglage.

En ce qui concerne les chronomètres de marine, dont voici, pour les six dernières années, les principaux résultats :

Chronomètres de marine	Variation moyenne diurne	Variation pour 1°	Différence de marche entre les semaines extrêmes
1887	$\pm 0^s,17$	$\pm 0^s,086$	1 ^s ,75
1888	0 ,15	0 ,042	0 ,84
1889	0 ,14	0 ,032	0 ,72
1890	0 ,12	0 ,059	0 ,75
1891	0 ,12 ₅	0 ,030	0 ,67
1892	0 ,14	0 ,047	0 ,80

on voit que, si les variations de 1892 sont un peu plus fortes que celles des deux années précédentes, elles restent encore au-dessous des moyennes générales.

Je résume, dans le petit tableau suivant, la valeur du principal élément, savoir de la variation diurne :

Classe	1892	1891	1890	1889	1888	1887	1886
A	$\pm 0^s,14$	$\pm 0^s,12_5$	$\pm 0^s,12$	$\pm 0^s,14$	$\pm 0^s,15$	$\pm 0^s,17$	$\pm 0^s,17$
B	0 ,52 ₅	0 ,44	0 ,50	0 ,54	0 ,49	0 ,49	0 ,49
C	0 ,55	0 ,56	0 ,53	0 ,50	0 ,47	0 ,51	0 ,53
D	0 ,49	0 ,62	0 ,58	0 ,59	0 ,55	0 ,55	0 ,51
Total	$\pm 0 ,50$	$\pm 0^s,57$	$\pm 0^s,53$	$\pm 0^s,55$	$\pm 0^s,50_5$	$\pm 0^s,52$	$\pm 0^s,50$

Il en résulte d'abord le fait réjouissant que la moyenne générale de cette variation est rentrée dans la limite de la demi-seconde, qu'elle avait dépassée pendant plusieurs années ; c'est surtout pour la classe D qu'elle s'est très sensiblement abaissée.

J'arrive maintenant à l'influence des différents genres des organes principaux sur la marche et, en premier lieu, à celle des échappements sur la variation diurne. Cette fois encore, c'est l'échappement à ressort qui donne la plus faible variation, mais il faut dire que, des 9 chronomètres qui en sont munis, 7 sont des montres marines avec une variation moyenne de $\pm 0^s,14$, tandis que les 2 chronomètres de poche à ressort donnent $\pm 0^s,60$. En ne considérant que les montres de poche, c'est l'échappement à tourbillon qui fournit le meilleur résultat ($\pm 0^s,35$) et l'échappement à bascule qui présente la plus forte variation

($\pm 0^s,57$), tandis que l'échappement à ancre réalise la valeur moyenne générale ($\pm 0^s,50$).

Le rapprochement suivant montre, pour l'année 1892, la fréquence et la variation moyenne pour les quatre genres d'échappement employés :

168	chron.	à ancre	=	77	%	ont donné la variation moyenne de	$\pm 0^s,50$
39	»	à bascule	=	18	»	»	$\pm 0^s,57$
9	»	à ressort	=	4	»	»	$\pm 0^s,24$
3	»	à tourbillon	=	1	»	»	$\pm 0^s,35$
219	chronomètres						ont donné la variation moyenne de $\pm 0^s,50$

Comme dans les rapports précédents, j'établis, dans le tableau suivant, les variations diurnes appartenant aux différents genres d'échappement, pour toute la série des 31 années, comprise entre 1862 et 1892.

Variation diurne d'après le genre de l'échappement.

ANNÉES	ÉCHAPPEMENT à				Moyenne de l'année
	Ancre	Bascule	Ressort	Tourbillon	
1862	1s,51	1s,80	1s,02	2s,30	1s,61
1863	1 ,39	1 ,28	1 ,37	0 ,64	1 ,28
1864	1 ,14	1 ,47	1 ,17	0 ,66	1 ,27
1865	0 ,89	1 ,01	0 ,70	0 ,42	0 ,88
1866	0 ,67	0 ,73	1 ,01	0 ,35	0 ,74
1867	0 ,70	0 ,61	0 ,74	0 ,52	0 ,66
1868	0 ,57	0 ,56	0 ,66	0 ,29	0 ,57
1869	0 ,61	0 ,58	0 ,60	0 ,55	0 ,60
1870	0 ,53	0 ,62	0 ,52	0 ,40	0 ,54
1871	0 ,56	0 ,53	0 ,47	0 ,56	0 ,55
1872	0 ,53	0 ,46	0 ,54	0 ,58	0 ,52
1873	0 ,62	0 ,63	0 ,56	0 ,72	0 ,62
1874	0 ,54	0 ,52	0 ,48	0 ,60	0 ,53
1875	0 ,46	0 ,47	0 ,17	0 ,49	0 ,46
1876	0 ,54	0 ,53	0 ,53	0 ,24	0 ,53
1877	0 ,51	0 ,59	0 ,25	0 ,52	0 ,51
1878	0 ,62	0 ,56	0 ,32	0 ,58	0 ,60
1879	0 ,66	0 ,59	0 ,22	0 ,35	0 ,61
1880	0 ,50	0 ,51	0 ,28	—	0 ,49
1881	0 ,53	0 ,55	0 ,25	0 ,38	0 ,52
1882	0 ,52	0 ,66	0 ,78	0 ,43	0 ,55
1883	0 ,56	0 ,50	0 ,43	0 ,35	0 ,54
1884	0 ,60	0 ,55	0 ,21	0 ,33	0 ,58
1885	0 ,57	0 ,57	0 ,38	0 ,39	0 ,57
1886	0 ,51	0 ,51	0 ,22	0 ,29	0 ,50
1887	0 ,52	0 ,57	0 ,33	0 ,32	0 ,52
1888	0 ,52	0 ,54	0 ,20	0 ,42	0 ,50 ₅
1889	0 ,55	0 ,58	0 ,26	0 ,42	0 ,55
1890	0 ,53	0 ,57	0 ,16	0 ,48	0 ,53
1891	0 ,57	0 ,63	0 ,21	0 ,38	0 ,57
1892	0 ,50	0 ,57	0 ,24	0 ,35	0 ,50
Variation moyenne des 31 ans (1862-1892) . .	0s,563	0s,627	0s,492	0s,534	0s,574
donnée par le nombre de chronomètres . . .	4138	1306	279	132	5855

L'examen de ce tableau fait voir que, pour tous les échappements, la variation moyenne est sensiblement meilleure que dans les dernières années, sauf pour l'échappement à ressort, au sujet duquel il ne faut pas oublier la remarque faite plus haut que cet échappement appartient surtout aux chronomètres de marine. Quoi qu'il en soit, en général on ne peut méconnaître, pour le dernier exercice, un relèvement marqué vers la perfection du réglage.

Passant à l'examen des différents genres de spiraux, on est frappé d'abord par le fait que les courbes terminales théoriques de Phillips ont été employées cette fois un peu moins que précédemment, savoir pour 62 % des chronomètres présentés, tandis qu'autrefois il s'en trouvait 70 %; c'est d'autant plus regrettable que leur supériorité pour le réglage se confirme de nouveau d'une manière évidente, ainsi que cela résulte du tableau suivant :

Variation diurne moyenne d'après le genre de spiral.

GENRE DE SPIRAL	En 1892		De 1871 à 1892	
	Variation diurne	Donnée par chron.	Variation diurne	Donnée par chron.
Spiral plat à courbe terminale Phillips	$\pm 0^s,46$	119	$\pm 0^s,54_5$	3318
Spiral plat à 2 courbes terminales Phillips . .	0 ,55	8	0 ,47 ₄	437
Spiral cylindrique à courbe Phillips	—	—	0 ,46 ₀	246
Spiral cylindr. Phillips à 2 courbes terminales .	0 ,21	9	0 ,27 ₇	46
Moyenne des spiraux Phillips	0 ,44 ₅	136	0 ,52 ₆	4047
Spiral Breguet	0 ,57 ₅	46	0 ,58 ₀	731
Spiral cylindrique ordinaire	0 ,61	36	0 ,58 ₁	429
Spiral sphérique	0 ,67	1	0 ,52 ₇	70
Moyenne des spir. ordinaires	0 ,59	83	0 ,58 ₀	1230
Moyenne générale . .	$\pm 0^s,50$	219	$\pm 0 ,53_8$	5277

Si le spiral cylindrique à 2 courbes Phillips y paraît montrer de beaucoup le meilleur résultat, il faut cependant rappeler ici encore que 7 des 9 pièces qui donnent cette moyenne sont des chronomètres de marine. En faisant abstraction de ces derniers, c'est bien le spiral plat à une courbe Phillips qui occupe le premier rang, laissant même en arrière le spiral plat à deux courbes terminales.

Pour les spiraux en palladium, il convient également de distinguer entre les montres marines et les

chronomètres de poche; 5 des premières, pourvues de ce spiral antimagnétique, ont donné pour variation moyenne $\pm 0^s,14$ et les 9 chronomètres de poche $\pm 0^s,63$.

Le réglage des positions, tel qu'il résulte essentiellement des chronomètres de la classe B, qui ont été cette année un peu plus nombreux que l'année dernière, a moins bien réussi, car la somme totale des quatre variations de position est cette fois de $8^s,14$; il n'y a que la variation du cadran en haut au cadran en bas qui soit meilleure. On peut le constater par le rapprochement suivant :

Tableau des quatre variations de position (Classe B).

GENRE DE SPIRAL	Nombre de chronom.	VARIATION du				SOMME des quatre variations
		plat au pendu	pendant en haut au pendant à gauche	pendant en haut au pendant à droite	cadran en haut au cadran en bas	
Spiral plat à courbe terminale Phillips .	17	$\pm 1^s,69$	$\pm 2^s,67$	$\pm 2^s,92$	$\pm 1^s,63$	$8^s,91$
Spiral plat à 2 courbes Phillips	5	$1^s,31$	$2^s,52$	$0^s,42$	$0^s,56$	$4^s,81$
Spiral cylindrique à 2 courbes Phillips .	2	$0^s,97_5$	$1^s,67$	$3^s,50_5$	$1^s,13_5$	$7^s,28_5$
Spiraux Phillips . . .	24	$1^s,55$	$2^s,55$	$2^s,45$	$1^s,37$	$7^s,92$
Spiral Breguet . . .	2	$2^s,32_5$	$1^s,65_5$	$4^s,63_5$	$2^s,31_5$	$10^s,93$
Moyenne de l'année 1892	26	$1^s,61$	$2^s,48$	$2^s,61$	$1^s,44$	$8^s,14$
Moyenne de l'année 1891	19	$1^s,38$	$1^s,78$	$1^s,32$	$1^s,65$	$6^s,13$
Moyenne de l'année 1890	39	$1^s,66$	$2^s,91$	$2^s,90$	$1^s,37$	$8^s,84$

Par contre, la variation du plat au pendu, pour les chronomètres de la classe C, est satisfaisante et montre également la supériorité des spiraux Phillips, car nous trouvons dans cette catégorie les résultats suivants :

	Nombre de chronomètres	Variation du plat au pendu
Spiral plat à 1 courbe Phillips	56	$\pm 1^s,80$
Spiral plat à 2 courbes Phillips	2	3 ,08
Spiral Breguet	4	2 ,45
Spiral cylindrique	2	1 ,80
Spiral sphérique	1	1 ,80
Total . . .	65	$\pm 1^s,88$

Le progrès est encore plus marqué pour le réglage de la compensation, du moins entre les températures extrêmes, car pour celles-ci les 98 chronomètres qui ont subi les épreuves thermiques ont donné, pour la variation par degré, le chiffre de $\pm 0^s,08_5$, c'est à dire la variation la plus faible, constatée jusqu'à présent dans nos concours. D'autre part, l'écart de la marche pour les températures moyennes par rapport à ce qu'il devrait être proportionnellement, est de nouveau plus fréquent; car chez 37 chronomètres, ce qui fait le 38 %, cet écart dépasse $\pm 2^s$.

La proportion des montres surcompensées est cette fois moins grande que d'ordinaire. En effet, il y a eu :

33	chronomètres	avec une variation thermique	<i>négative</i>	(avançant au chaud);
27	»	»	»	<i>positive</i> (retardant au chaud);
1	»	»	»	<i>nulle</i> ;
37	»	avec une variation thermique	<i>indéterminée</i> .	

Les chronomètres sont en général bien revenus après les épreuves thermiques : la différence de marche avant et après leur séjour dans la glacière et dans l'étuve n'est que $\pm 0^s,92$, c'est-à-dire de $0^s,4$ supérieure à la variation générale d'un jour à l'autre.

Enfin, pour la constance de la marche aussi, les chronomètres de l'exercice 1892 restent dans les bonnes moyennes, car pour les classes A et B, la différence entre les marches de la première et de la dernière semaine est cette fois de $1^s,24$; par contre, la différence moyenne entre les valeurs extrêmes des marches diurnes, observées pendant toute la durée des épreuves, est cette année plus forte que dans les exercices précédents, car elle s'élève à $6^s,55$.

Je termine, comme à l'ordinaire, ces considérations par le tableau comparatif général que voici :

Variations moyennes.

ANNÉES	Diurnes	Du plat au pendu	Somme des quatre variations de positions	Pour un degré de température
1864 . . .	1 ^s ,27	8 ^s ,21		0 ^s ,48
1865 . . .	0,88	6,18		0,35
1866 . . .	0,74	3,56		0,36
1867 . . .	0,76	3,57		0,16
1868 . . .	0,57	2,44		0,15
1869 . . .	0,60	2,43		0,14
1870 . . .	0,54	2,37		0,14
1871 . . .	0,55	1,90		0,13
1872 . . .	0,52	1,99		0,15
1873 . . .	0,62	2,59	10 ^s ,03	0,15
1874 . . .	0,53	2,27	7,42	0,15
1875 . . .	0,46	1,97	8,12	0,13
1876 . . .	0,53	2,16	8,15	0,12
1877 . . .	0,51	1,98	6,54	0,11
1878 . . .	0,60	2,10	8,36	0,10
1879 . . .	0,61	1,90	7,86	0,11
1880 . . .	0,49	1,75	7,64	0,11
1881 . . .	0,52	1,86	9,18	0,13
1882 . . .	0,55	2,08	8,87	0,11
1883 . . .	0,54	1,83	10,17	0,12
1884 . . .	0,58	1,88	6,82	0,12
1885 . . .	0,57	2,45	9,18	0,14
1886 . . .	0,50	1,96	7,91	0,13
1887 . . .	0,52	2,24	8,84	0,12
1888 . . .	0,50 ₅	2,18	9,61	0,09
1889 . . .	0,55	2,19	9,42	0,12
1890 . . .	0,53	2,19	8,84	0,09
1891 . . .	0,57	1,90	6,13	0,10
1892 . . .	0,50	1,80	8,14	0,08 ₅

DISTRIBUTION DES PRIX

Cette fois encore, et il en sera probablement ainsi jusqu'à ce que les conditions exigées pour le prix général aient été modifiées, le nombre des concurrents pour ce prix est extrêmement restreint : à la vérité, il se réduit à un, puisque M. Paul-D. Nardin a présenté seul plus de 12 chronomètres des trois premières classes et que M. Charles Humbert fils, ayant retiré 5 de ses chronomètres déposés, n'a reçu de bulletin que pour onze pièces. Il manque donc à ce dernier un chronomètre pour arriver au nombre réglementaire. Du reste, même sans cette circonstance, les moyennes de M. Humbert restent, sauf pour la variation du plat au pendu, sensiblement au-dessus de celles de M. Nardin, ainsi que le témoigne le rapprochement suivant :

NOMS DES FABRICANTS	Nombre de pièces	Variation diurne moyenne	Variation du plat au pendu	Variation pour 1° de température	Différence entre les marches extrêmes
LIMITES RÉGLEMENTAIRES	Au moins 12	± 0 ^s ,50	± 2 ^s ,00	± 0 ^s ,15	± 5 ^s ,0
1. Paul-D. Nardin, au Locle	15	0 ,38	1 ,08	0 ,06	4 ,1
2. Ch. Humbert fils, à la Chaux-de-Fonds	11	0 ,51	1 ,02	0 ,10	4 ,3

Il est donc évident que M. Nardin seul remplit largement toutes les conditions du prix général, bien que ses variations moyennes, pour cette année, dépassent un peu celles des années précédentes. D'autre part, il est juste de faire remarquer de nouveau, que même en faisant abstraction des cinq montres marines qui, d'après le règlement en vigueur, doivent concourir avec les autres chronomètres pour ce prix, les moyennes des classes B et C, de M. Nardin, restent encore dans les limites prescrites.

Pour les chronomètres de marine, dont nous avons observé 7 en 1892, la maison Nardin ne les a pas tous fournis cette fois, car l'Association Ouvrière en a présenté un, et un autre, qui ne participe naturellement pas au concours, est d'origine étrangère.

Il résulte du tableau I, qui contient le résumé des bulletins des montres marines, que toutes ces pièces remplissent les conditions du prix et que le N° 22/7467 occupe le premier rang, avec sa variation diurne moyenne de $\pm 0^s,10$ et la différence entre les marches de la première et de la dernière semaine, qui ne dépasse pas $0^s,12$. Il est vrai que la variation diurne du chronomètre de l'Association Ouvrière ($\pm 0^s,11$) n'est que de $0^s,01$ plus grande que celle du premier, mais sa constance de marche est sensiblement moindre, puisque, dans la première semaine, elle diffère de $1^s,23$ de ce qu'elle a été dans la dernière semaine. Cet élément assigne au chronomètre de l'Association Ouvrière le troisième rang seulement; tandis que le deuxième est occupé par un autre chronomètre de M. Nardin, le N° 20/7465 lequel, avec la même variation diurne ($\pm 0^s,11$), n'a montré entre les semaines extrêmes qu'une

différence de marche de 0^s,53. C'est ce qui m'empêche de proposer au Conseil d'Etat, comme je l'ai fait déjà précédemment, d'accorder deux prix pour cette classe; je le regrette, car le chronomètre de l'Association Ouvrière mériterait certainement une distinction, d'autant plus que, pour la perfection du réglage de la compensation, il dépasse tous les autres, ne variant que de + 0^s,01 par degré.

Il est réjouissant de constater que les chronomètres de marine de la dernière année sont, sous presque tous les rapports, supérieurs encore à la moyenne générale que nous avons constatée précédemment à notre Observatoire. Car nous trouvons pour tous les chronomètres observés et pour ceux qui ont été couronnés le rapprochement suivant :

	Nombre de chronomètres	Variation diurne moyenne	Variation pour 1 degré de température	Différence avant et après l'épreuve thermique	Différence de marche entre la première et la dernière semaine	Différence entre les marches extrêmes
Chronom. observés de 1873-1891	104	± 0 ^s ,16	0 ^s ,06	0 ^s ,60	1 ^s ,07	2 ^s ,70
» » en 1892 . .	7	0 ,14	0 ,05	0 ,62	0 ,80	3 ,11
Chronom. couronnés de 1873-1891	22	0 ,12	0 ,05	0 ,44	0 ,35	2 ,20
» » en 1892 . .	1	0 ,10	0 ,08	0 ,13	0 ,12	3 ,19

Ajoutons enfin que, cette année encore, 2 sur les 5 chronomètres de M. Nardin sont de nouveau à enregistrement électrique et que, chez ces instruments aussi, nous avons constaté une indépendance complète de la marche par rapport à l'influence du courant,

car, pour l'un d'entre eux, la marche diurne, pendant les jours où l'enregistrement a fonctionné, n'a différé que de 0^s,12 de la marche générale et pour l'autre, cette différence a été de 0^s,24.

En passant à la première classe (B) des chronomètres de poche, dont nous joignons le tableau ordonné d'après le rang déterminé suivant les principes posés dans le règlement, le premier de cette catégorie est aussi un chronomètre de **M. Nardin (le n° 7897)** qui a la plus faible variation diurne ($\pm$ 0^s,32) et la plus petite différence (0^s,06) entre les marches moyennes de la première et de la dernière semaine, et qui en outre remplit toutes les conditions du prix; car si la compensation laisse à désirer, puisque pour les températures moyennes elle s'écarte de 3^s,5, la variation pour les températures extrêmes n'est que de — 0^s,02 par degré.

Les trois pièces qui suivent dans la liste présentent toutes quelques écarts dépassant les limites prescrites par le Règlement et qui les excluent par conséquent du concours. C'est surtout regrettable pour le deuxième chronomètre, qui est de nouveau une belle pièce à tourbillon de MM. Girard-Perregaux & C^{ie}, et qui, montrant pour toutes les variations des valeurs très satisfaisantes, n'est cependant revenu, après avoir subi les épreuves thermiques, à la marche précédente, qu'à 2^s près, tandis que le Règlement exige 1^s,5.

La troisième pièce, un chronomètre à ressort de M. Droz-Jeannot fils, aux Brenets, présente pour la position verticale avec pendant à gauche un écart de 7^s,74 (la limite prescrite est de 5^s) qui l'empêche d'ob-

tenir le prix qu'il aurait mérité sans cela par tous les autres éléments du réglage.

Enfin la quatrième, le N° 38478, de MM. H^{vy} Grandjean & C^{ie}, montre deux variations de position, celle du pendant à droite (6^s,27) et celle pour le cadran en bas (2^s,09), qui dépassent les limites réglementaires.

Le deuxième prix doit être attribué ainsi à la cinquième pièce de la liste, qui est de nouveau un chronomètre (n° 6433) de M. P.-D. Nardin, qui satisfait à toutes les exigences.

Enfin le troisième prix revient au chronomètre suivant, n° 50594, de M. P. Matthey-Doret, au Locle, qui remplit également toutes les conditions du programme.

Nous arrivons aux quatre prix destinés à la classe C des chronomètres observés pendant un mois et dans deux positions. Ici encore, tous les prix peuvent être décernés, bien qu'il y ait parmi les premiers du tableau plusieurs chronomètres qui ne puissent pas concourir. Ainsi, après le premier de la liste, le beau chronomètre n° 61579, de M. Ch^s Humbert fils, à la Chaux-de-Fonds, qui, avec sa magnifique variation de $\pm 0^s,26$ et tous les autres éléments très satisfaisants, reçoit naturellement le premier prix, le deuxième, le N° 14789, appartenant à M. Ed. Huguenin-Courvoisier, au Locle, malgré sa variation diurne presque aussi faible ($\pm 0^s,27$), se trouve exclu par suite de la trop grande différence entre les marches extrêmes (12^s,2).

Le troisième de la liste ne peut pas concourir, parce qu'il appartient à un fabricant étranger.

Le deuxième prix revient donc au quatrième chronomètre de la liste, au n° 61582, de M. Ch^s Humbert fils, à la Chaux-de-Fonds, qui reçoit ainsi cette année encore deux prix de cette classe. Cette pièce a le pas sur les deux suivantes, malgré sa variation diurne (0^s.34) qui est de 1 à 2 centièmes plus forte, en raison de sa plus faible différence entre les marches extrêmes.

Le troisième prix doit être attribué au chronomètre n° 147545, de MM. Nicolet fils & C^{ie}, à la Chaux-de-Fonds, qui — pour la même raison — précède le n° 24420 de M. Ch.-Ed. Lardet, à Fleurier, auquel appartient le 4^{me} prix de cette classe.

Comme d'habitude, je termine mon Rapport en résumant les propositions que j'ai l'honneur de faire au Conseil d'Etat pour la distribution des prix :

LISTE DES PRIX PROPOSÉS

I. PRIX GÉNÉRAL de fr. 200 à M. Paul-D. Nardin,
au Locle.

CHRONOMÈTRES DE MARINE (Classe A)

II. Prix de fr. 150 au n° 22/7467 de M. Paul-D. Nardin,
au Locle.

CHRONOMÈTRES DE POCHE (Classe B)

- III. Prix de fr. 130 au n° 7897 de M. Paul-D. Nardin,
au Locle.
- IV. Prix de fr. 120 au n° 6433 de M. Paul-D. Nardin,
au Locle.
- V. Prix de fr. 110 au n° 50594 de M. Paul Matthey-
Doret, au Locle.

CHRONOMÈTRES DE POCHE (Classe C)

- VI. Prix de fr. 100 au n° 61579 de M. Ch. Humbert
fils, à la Chaux-de-Fonds.
- VII. Prix de fr. 80 au n° 61582 de M. Ch. Humbert
fils, à la Chaux-de-Fonds.
- VIII. Prix de fr. 60 au n° 147545 de MM. Nicolet fils
& C^{ie}, à la Chaux-de-Fonds.
- IX. Prix de fr. 50 au n° 24420 de M. Ch.-Edouard
Lardet, à Fleurier.

Veillez agréer, Monsieur le Conseiller d'Etat, l'assurance de ma haute considération.

Neuchâtel, le 30 janvier 1893.

Le Directeur de l'Observatoire cantonal,

Dr Ad. HIRSCH.

TABLER

Numéros
d'ordre

1

2

3

4

5

6

7

A. CHRONOMÈTRES DE MARINE

observés pendant deux mois, à l'étuve et à la glacière.

Numéros d'ordre	Page du registre	NOMS DES FABRICANTS et lieux de provenance	Numéros des chrono- mètres	Echappe- ment	Spiral	Marché diurne moyenne	Variation diurne moyenne	Variation pour 1° de température	Différence de marche avant et après l'épreuve thermique	Différence entre la première et la dernière semaine	Différence entre les marches extrêmes	REMARQUES
1	444	Paul D. Nardin, au Loche .	22 7467	ressort	ql. a 2 ds. fl. en pallat.	— 0,95	+ 0,10	+ 0,08	0,13	0,12	3,19	réglé par H ^r Rozat, fils, Loche.
2	443	Paul D. Nardin, au Loche .	20 7465	ressort	ql. a 2 ds. fl. en pallat.	+ 0,79	0,11	+ 0,03	1,02	0,53	2,56	réglé par H ^r Rozat, fils, Loche; chronomètre enregistreur électrique.
3	478	Association Ouvrière, au Loche .	11	ressort	ql. a 2 ds. fl.	2,54	0,11	+ 0,01	0,01	1,23	2,76	réglé par Paul Bongstedt, Loche.
4	482	Paul D. Nardin, au Loche .	32 7843	ressort	ql. a 2 ds. fl. en pallat.	+ 1,39	0,13	+ 0,02	0,44	1,25	2,38	réglé par H ^r Rozat, fils, Loche; chronomètre enregis. électr., réglé au temps sidéral.
5	460	Paul D. Nardin, au Loche .	23 7786	ressort	ql. a 2 ds. fl. en pallat.	+ 2,90	0,15	+ 0,04	0,01	1,70	2,60	réglé par H ^r Rozat, fils, Loche.
6	437	Paul D. Nardin, au Loche .	24 7787	ressort	ql. a 2 ds. fl. en pallat.	— 0,23	0,20	+ 0,05	2,50	0,17	5,37	réglé par H ^r Rozat, fils, Loche.
7	468	Will. B. Crisp, à Londres .	3264	ressort	ql. a 2 ds. fl.	— 0,81	0,16	— 0,10	0,24	0,61	2,89	réglé par H ^r Rozat, fils, Loche; déposé par M. Commendinger, à Constantinople.

ÉTRES DE

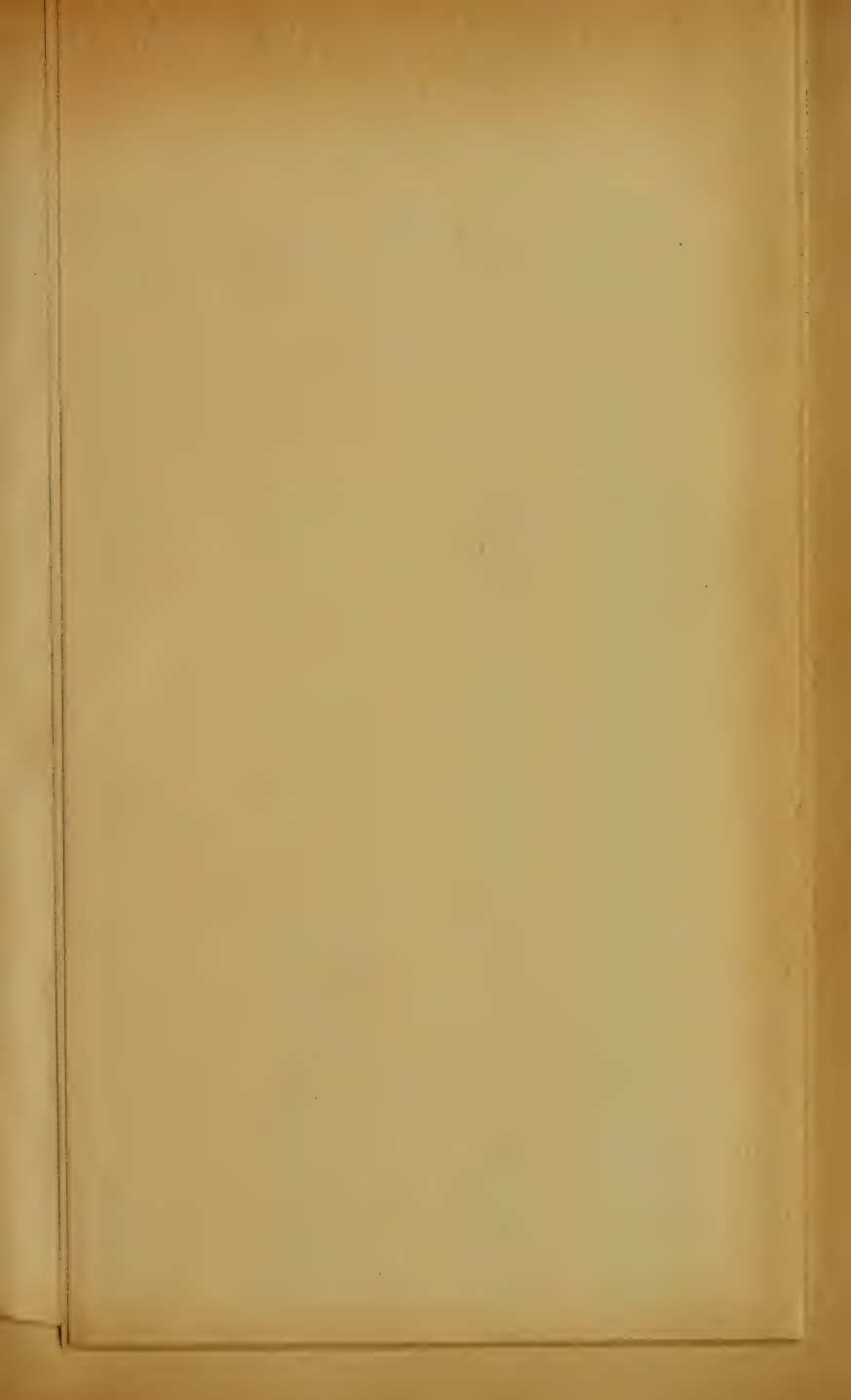
s cinq pos

tion ne ne	Variation pour 1 ^o de température	Di e l'e th REMARQUES
32	— 0,02 ^s	r H. Rozat, fils et A. Bourquin, Locle; ur les températures moyennes 3 ^s ,48.
35	— 0,04	
34	indét.	r P. Borgstedt, Locle.
39	+ 0,07	r F. Borgstedt, Locle.
43	+ 0,07	ur les températures moyennes 2 ^s ,9.
46	— 0,04	r F. Borgstedt, Locle.
47	indét.	r F. Borgstedt, Locle.
48	— 0,18	r Ch. Robert, Chaux-de-Fonds.
48	— 0,03	r U. Wehrli, St-Imier.
50	— 0,06	r F. Borgstedt, Locle.
49	+ 0,06	r U. Wehrli, St-Imier.
52	+ 0,07	r F. Borgstedt, Locle.
53	— 0,15	r F. Borgstedt, Locle.
51	indét.	
55	— 0,06	r U. Wehrli, St-Imier.
56	indét.	r Borgstedt, Locle.
54	— 0,01	r J. Vogel-Jacot, Locle.
58	indét.	r Borgstedt, Locle.
56	indét.	r Z. Pantillon, Chaux-de-Fonds.
59	— 0,08	r F. Borgstedt, Locle.
59	indét.	r F. Borgstedt, Locle.
60	— 0,04	r F. Borgstedt, Locle.
58	indét.	r P. Borgstedt, Locle.
74	+ 0,20	r P. Borgstedt, Locle.
75	indét.	r P. Borgstedt, Locle.
74	— 0,09	ar M. Schurig, à Barmen; déposé par sociation Ouvrière, Locle.

B. CHRONOMÈTRES DE POCHE

observés pendant six semaines, dans cinq positions, à l'étuve et à la glacière.

Numéros d'ordre	Page du registre	NOMS DES FABRICANTS et lieux de provenance	Numéros des chrono- mètres	Echappement	Spiral	Marche diurne moyenne	Variation diurne moyenne	Variation pour 1 ^{re} de température	Différence avant et après l'épreuve thermique	Variation du plat au pendu	Variation du pendu — au pendant à gauche	Variation du pendu — au pendant à droite	Variation du cadran en haut au cadran en bas	Différence entre la première et la dernière semaine	Différence entre les marches extrêmes	REMARQUES
1	44	Paul-D. Nardin, Locle .	7897	ancre	pl. Ph.	-2.28	0.32	-0.02	1.1	-0.83	+2.61	+1.16	+0.70	0.06	5.0	réglé par H. Rozat, fils et A. Bourquin, Locle; écart pour les températures moyennes 3°,48.
2	447	Girard-Perregaux & C ^o , Chaux-de-Fonds	189120	tourbillon	pl. Ph. à 2 courbes	-0.21	0.35	-0.04	2.0	-0.64	-1.15	-0.60	+0.10	0.40	3.2	
3	62	Droz-Jeannot, fils, Brenets	27141	ressort	pl. Ph.	-3.10	0.34	indét.	0.3	+1.34	+7.74	-0.11	-0.74	1.48	10.6	réglé par P. Borgstedt, Locle.
4	—	Henry Grandjean & C ^o , Locle	38478	ancre	pl. Ph.	-1.36	0.39	+0.07	0.5	+1.98	+3.57	+6.27	+2.09	2.10	10.9	réglé par F. Borgstedt, Locle.
5	24	Paul-D. Nardin, Locle .	6433	ancre	pl. Ph.	-2.19	0.43	+0.07	1.2	-1.66	+2.94	+4.59	-0.81	2.96	6.5	écart pour les températures moyennes 2°,9.
6	62	Paul Matthey-Doret, Locle	50594	ancre	pl. Ph.	+1.52	0.46	0.04	0.1	-0.33	+3.26	+0.56	-1.18	0.06	4.7	réglé par F. Borgstedt, Locle.
7	63	Paul Matthey-Doret, Locle .	50592	ancre	pl. Ph.	-2.95	0.47	indét.	1.0	+0.98	+2.67	-2.47	-1.78	1.27	5.3	réglé par F. Borgstedt, Locle.
8	69	Marchand & Sandoz, Chaux-de-Fonds .	31991	baseule	cyl. à 2 courbes	-0.88	0.48	-0.18	0.2	+1.37	-2.29	+1.91	-0.54	1.25	6.5	réglé par Ch. Robert, Chaux-de-Fonds.
9	45	Girard-Perregaux & C ^o , Chaux-de-Fonds	197186	ancre	pl. Ph. à 2 courbes	-1.71	0.48	-0.03	0.5	-0.90	+3.73	-0.47	+1.61	1.30	4.7	réglé par U. Wehrli, St-Imier.
10	63	Paul Matthey-Doret, Locle .	50595	ancre	pl. Ph.	-0.50	0.50	-0.06	0.2	-2.28	-0.61	-1.86	0.56	0.23	5.9	réglé par F. Borgstedt, Locle.
11	45	Girard-Perregaux & C ^o , Chaux-de-Fonds	213875	baseule	cyl. à 2 courbes	-3.64	0.49	+0.06	0.1	-0.58	+1.05	-5.10	+1.73	2.79	9.1	réglé par U. Wehrli, St-Imier.
12	64	Paul Matthey-Doret, Locle .	50596	ancre	pl. Ph.	-4.28	0.52	+0.07	0.3	+0.36	+4.99	-2.04	-3.86	1.08	7.4	réglé par F. Borgstedt, Locle.
13	65	Paul Matthey-Doret, Locle .	51463	ancre	pl. Ph.	+0.55	0.53	-0.15	1.0	+0.82	-0.64	+4.11	-2.81	1.36	8.2	réglé par F. Borgstedt, Locle.
14	61	Hanhardt & C ^o , succ. de J. Calame-Robert, Chaux-de-F.	458788	ancre	pl. Ph.	+0.19	0.51	indét.	1.6	+6.82	+1.13	+5.88	+3.61	5.04	19.6	
15	456	Girard-Perregaux & C ^o , Chaux-de-Fonds	197187	ancre	pl. Ph. à 2 courbes	+0.14	0.55	-0.06	0.5	+2.51	+1.34	-0.06	-0.02	0.37	5.9	réglé par U. Wehrli, St-Imier.
16	46	Girard-Perregaux & C ^o , Chaux-de-Fonds	197188	ancre	Breguet	-3.42	0.56	indét.	1.6	+1.51	+0.54	+2.19	+0.34	0.75	6.9	réglé par Borgstedt, Locle.
17	58	Reichen & Girard, Brenets . . .	44988	ancre	pl. Ph.	+0.83	0.54	-0.01	0.2	-1.15	+2.04	+1.49	-1.07	1.04	3.4	réglé par J. Vogel-Jacot, Locle.
18	57	Gérolde Jeanneret, Chaux-de-Fonds	1002	ancre	pl. Ph.	-2.07	0.58	indét.	1.6	-1.83	+3.60	+6.65	+2.86	0.98	9.4	réglé par Borgstedt, Locle.
19	22	Bonhôte frères, à Peseux	25893	ancre	Breguet	+4.68	0.56	indét.	1.9	+3.14	+2.77	-7.08	-4.29	2.09	15.1	réglé par Z. Pantillon, Chaux-de-Fonds.
20	459	Girard-Perregaux & C ^o , Chaux-de-Fonds	213053	ancre	pl. Ph. à 2 courbes	+0.13	0.59	-0.08	0.3	-1.96	+3.24	-0.36	-1.06	0.21	5.2	réglé par F. Borgstedt, Locle.
21	448	Maurice Ditisheim, Chaux-de-Fonds .	1890	ancre	pl. Ph.	+3.88	0.59	indét.	0.7	+2.48	+0.88	+0.78	-0.06	0.85	5.9	réglé par F. Borgstedt, Locle.
22	35	Paul Matthey-Doret, Locle	50593	ancre	pl. Ph.	-2.65	0.60	-0.04	0.0	+0.85	+1.97	+1.47	-0.62	0.54	4.5	réglé par F. Borgstedt, Locle.
23	58	G. Girod, à Madrid	1004	baseule	pl. Ph.	-5.74	0.58	indét.	0.7	-1.56	+2.14	-4.09	+1.07	3.53	13.6	réglé par P. Borgstedt, Locle.
24	65	Rossel & fils, succ. de H. Grandjean & C ^o , Locle	38158	baseule	pl. Ph. à 2 courbes	+2.56	0.74	+0.20	0.4	-0.53	+3.13	-0.62	-0.01	0.25	6.2	réglé par P. Borgstedt, Locle.
25	56	Gérolde Jeanneret, Chaux-de-Fonds . . .	1001	ancre	pl. Ph.	-1.25	0.75	indét.	2.2	+0.38	-0.09	+2.61	-1.33	1.60	6.5	réglé par P. Borgstedt, Locle.
26	481	Max Schurig, à Barmen	20646	ancre	pl. Ph.	-0.07	0.74	-0.09	1.6	-3.94	+4.46	+3.46	-2.64	1.68	7.4	réglé par M. Schurig, à Barmen; déposé par l'Association Ouvrière, Locle.



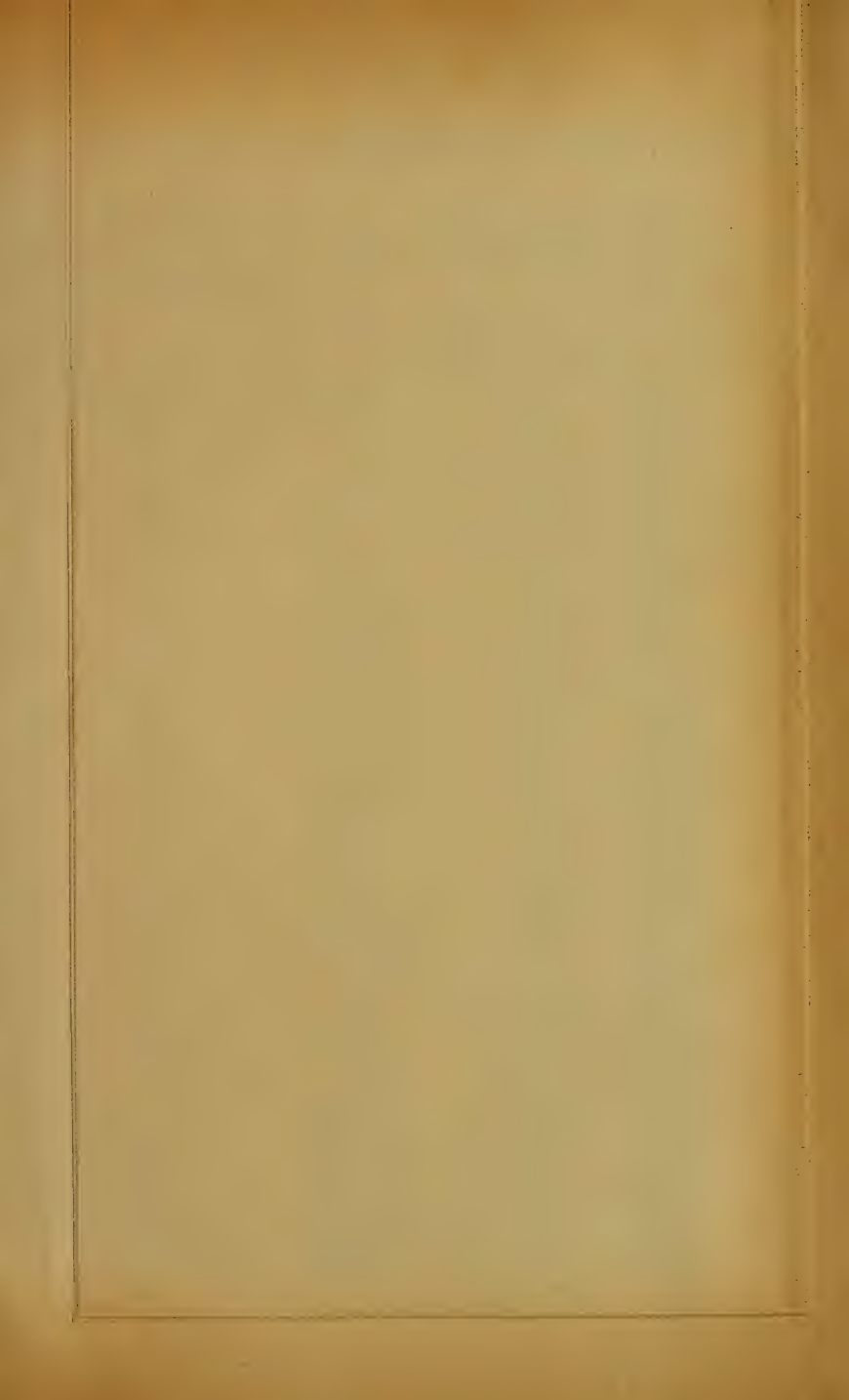
observés pendant un mois, dans deux positions, à l'active et à la glacière.

Numéro d'ordre	Page du registre	NOMS DES FABRICANTS et lieux de provenance	Numéros des chrono- mètres	Echappement	Spiral	Marche durée moyenne	Variation durée moyenne	Variation au plat au pendu	Variation pour 1° de température	Différence avant et après l'épreuve thermique	Différence entre les marches extrêmes	REMARQUES
1	49	Ch ^r Humbert, fils, Chaux-de-Fonds.	61579	ancre	pl. Ph.	+ 0,42	+ 0,36	+ 0,46	- 0,10	0,7	3	réglé par U. Wehrli, St-Imier.
2	53	Ed. Huguenin-Courvoisier, Locle.	14789	bascule	pl. Ph.	+ 0,76	0,27	+ 2,00	indét.	0,1	12,2	réglé par Aug. Laberty, Locle.
3	476	W ^o Schoedlin, Bienne.	9263	ancre	pl. Ph.	- 0,88	0,33	+ 1,25	+ 0,09	0,9	3,5	réglé par F. Borgstedt, Locle.
4	447	Ch ^r Humbert, fils, Chaux-de-Fonds.	61582	ancre	pl. Ph.	+ 0,53	0,34	+ 1,84	- 0,11	0,9	3,8	
5	76	Nicolet, fils & C ^o , Chaux-de-Fonds.	147545	ancre	Breguet	+ 2,64	0,33	- 0,70	+ 0,13	0,9	4,5	
6	490	Ch ^r -Ed. Lardet, Fleurier.	21497	ancre	pl. Ph.	- 2,13	0,32	- 1,77	+ 0,13	0,9	4,9	réglé par F. Borgstedt, Locle.
7	489	Ch ^r -Ed. Lardet, Fleurier.	21497	ancre	pl. Ph.	- 1,52	0,33	+ 1,38	indét.	0,8	3,3	réglé par F. Borgstedt, Locle.
8	50	Ch ^r Humbert, fils, Chaux-de-Fonds.	61389	ancre	pl. Ph.	+ 1,01	0,38	0,35	- 0,01	0,5	1,9	réglé par U. Wehrli, St-Imier.
9	455	Aug. Bretting & C ^o , Locle.	23653	ancre	pl. Ph.	- 3,16	0,37	- 0,61	- 0,05	0,7	2,1	réglé par F. Borgstedt, Locle; à chronographe.
10	1	Association Ouvrière, Locle.	17983	ancre	pl. Ph.	- 0,74	0,38	+ 2,30	indét.	0,1	0,9	réglé par F. Borgstedt, Locle.
11	446	Ch ^r Humbert, fils, Chaux-de-Fonds.	61589	ancre	pl. Ph.	- 0,74	0,37	- 0,85	indét.	1,0	3,9	
12	61	V. Thirion, Bx.	52	bascule	pl. Ph.	+ 6,55	0,38	0,00	- 0,17	0,3	6,1	réglé par O. Kaurup, à Bx.
13	47	Paul-D. Nardin, Locle.	7789	ancre	pl. Ph.	1,00	0,39	0,00	- 0,16	0,4	6,0	réglé par H. Roat, fils & A. Bourquin, Locle; à répétition, chronogr. rattap.
14	52	Mosimann frères, Chaux-de-Fonds.	82935	ancre	pl. Ph. à 3 courbes	- 0,35	0,36	- 4,99	+ 0,16	1,6	10,1	réglé par J. Calame, Chaux-de-F.
15	491	M. & E., à L.	40056	ancre	pl. Ph.	+ 4,64	0,36	- 7,92	indét.	0,1	10,6	fabriqué et déposé par Hanhardt & C ^o , Chaux-de-Fonds.
16	74	Ch. Huguenin-Son & C ^o , Locle.	4928	ancre	pl. Ph.	+ 2,95	0,41	- 0,22	+ 0,02	1,4	2,6	réglé par U. Wehrli, St-Imier.
17	490	Ch.-Ed. Lardet, Fleurier.	21419	ancre	pl. Ph.	+ 1,30	0,40	+ 1,87	indét.	0,2	5,2	réglé par F. Borgstedt, Locle.
18	1	Association Ouvrière, Locle.	17982	ancre	pl. Ph.	- 2,26	0,40	- 0,06	indét.	0,9	7,7	réglé par F. Borgstedt, Locle.
19	445	Paul-D. Nardin, Locle.	6423	ancre	pl. Ph. en pall.	- 1,11	0,43	+ 1,01	- 0,06	0,3	2,7	réglé par H. Roat, fils, Locle.
20	476	W ^o Schoedlin, Bienne.	9292	ancre	pl. Ph.	- 0,61	0,42	- 3,18	+ 0,16	0,1	0,6	réglé par F. Borgstedt, Locle.
21	46	Association Ouvrière, Locle.	21087	ancre	pl. Ph.	- 0,31	0,42	- 0,36	indét.	0,4	5,8	réglé par F. Borgstedt, Locle.
22	41	Paul-D. Nardin, Locle.	7895	ancre	pl. Ph.	- 3,87	0,46	+ 2,44	+ 0,01	0,3	4,3	
23	45	Association Ouvrière, Locle.	21085	ancre	pl. Ph.	+ 0,02	0,44	- 2,57	indét.	3,1	6,3	réglé par F. Borgstedt, Locle.
24	41	Bernard Reber, Locle.	6295	bascule	pl. Ph.	- 2,12	0,46	- 5,92	+ 0,14	0,9	7,1	réglé par Ch ^r Ziegler, Locle.
25	73	J.-Alfred Jurgensen, Locle.	1301	ancre	pl. Ph.	+ 0,95	0,45	- 5,84	indét.	1,0	9,6	réglé par Aug. Laberty, Locle; chronogr. rattap.
26	71	Association Ouvrière, Locle.	21086	ancre	pl. Ph.	- 3,21	0,44	- 2,13	indét.	0,8	10,3	réglé par Borgstedt, Locle.
27	49	Ch ^r Humbert, fils, Chaux-de-Fonds.	61577	ancre	pl. Ph.	- 0,52	0,50	- 0,18	+ 0,11	0,5	4,0	réglé par U. Wehrli, St-Imier.
28	23	Reichen & Girard, Bregenz.	42886	ancre	pl. Ph.	- 1,63	0,49	- 1,32	- 0,07	1,3	4,2	réglé par J. Vogel-Jacot, Locle.
29	75	Ch ^r Humbert, Chaux-de-Fonds.	6387	ancre	pl. Ph.	+ 4,03	0,48	- 1,88	indét.	0,0	0,0	réglé par U. Wehrli, St-Imier.
30	55	Willing-Humbert & C ^o , Soleure.	74239	ancre	pl. Ph.	+ 8,10	0,49	- 1,77	indét.	0,3	7,2	réglé par Luthy frères, Bienne.
31	51	Ch ^r Humbert, fils, Chaux-de-Fonds.	60297	bascule	pl. Ph.	- 1,57	0,53	- 0,08	- 0,01	1,8	3,0	réglé par U. Wehrli, St-Imier.
32	39	Paul-D. Nardin, Locle.	7440	ancre	pl. Ph.	- 1,75	0,55	- 0,82	+ 0,05	0,1	3,3	réglé par H. Roat, fils & A. Bourquin, Locle; à chronogr. rattap.
33	41	Willing-Humbert & C ^o , Soleure.	74241	ancre	pl. Ph.	+ 0,45	0,54	- 2,40	indét.	0,6	0,6	réglé par Luthy frères, Bienne.
34	32	Paul-D. Nardin, Locle.	7581	ancre	pl. Ph.	- 3,70	0,54	- 0,30	- 0,47	1,6	3,8	réglé par Luthy frères, Bienne.
35	55	Willing-Humbert & C ^o , Soleure.	74232	ancre	pl. Ph.	+ 3,25	0,57	+ 1,02	indét.	1,4	4,8	réglé par Luthy frères, Bienne.
36	62	Nicolet, fils & C ^o , Chaux-de-Fonds.	143571	ancre	Breguet	- 0,45	0,57	- 0,84	- 0,06	0,2	3,1	réglé par Paul Borgstedt, Locle.
37	451	Paul-D. Nardin, Locle.	73778	bascule	pl. Ph.	+ 0,56	0,60	- 1,01	- 0,03	1,9	3,5	réglé par H. Roat, fils, Locle.
38	54	Paul-D. Nardin, Locle.	7836	ancre	pl. Ph.	- 0,62	0,16	- 1,48	+ 0,09	0,9	6,8	réglé par H. Roat, fils & A. Bourquin, Locle; à répétition.
39	70	Association Ouvrière, Locle.	20360	ancre	pl. Ph.	+ 0,18	0,62	- 1,92	+ 0,08	1,1	4,2	réglé par Borgstedt, Locle.
40	489	Ch.-Ed. Lardet, Fleurier.	21496	ancre	pl. Ph.	- 1,00	0,61	- 0,39	+ 0,09	0,4	4,7	réglé par Borgstedt, Locle.
41	50	Ch. Humbert, fils, Chaux-de-Fonds.	61581	ancre	pl. Ph.	+ 0,69	0,60	- 1,50	+ 0,18	0,1	5,2	réglé par U. Wehrli, St-Imier.
42	53	Willing-Humbert & C ^o , Soleure.	74234	ancre	pl. Ph.	- 0,03	0,62	- 1,48	indét.	1,2	7,9	réglé par Luthy frères, Bienne.
43	47	Courvoisier frères, Chaux-de-Fonds.	379	ancre	pl. Ph.	+ 0,02	0,60	- 4,82	0,0	3,2	8,9	réglé par J. Vogel-Jacot, Locle.
44	36	J. & K., à P.	21082	ancre	pl. Ph.	- 2,40	0,62	- 1,57	indét.	0,8	10,9	fab. et déposé par l'Association Ouvrière, Locle; réglé par Borgstedt, Locle.
45	49	Paul-D. Nardin, Locle.	6578	ancre	pl. Ph.	- 2,60	0,63	- 0,43	- 0,12	0,4	3,9	réglé par H. Roat, fils & A. Bourquin, Locle.
46	66	Ch ^r Humbert, Chaux-de-Fonds.	61678	ancre	pl. Ph.	+ 2,59	0,67	- 2,64	+ 0,00	0,0	6,1	réglé par U. Wehrli, St-Imier.
47	49	Girard-Perregaux & C ^o , Chaux-de-Fonds.	616557	bascule	sphérique	- 0,28	0,67	- 1,80	+ 0,14	0,6	5,3	réglé par F. Borgstedt, Locle.
48	73	J.-Alfred Jurgensen, Locle.	1302	ancre	pl. Ph.	- 4,47	0,67	- 2,92	- 0,11	2,1	6,5	réglé par Aug. Laberty, Locle; chronogr. rattap.
49	50	J.-Alfred Jurgensen, Locle.	1271	ancre	pl. Ph.	+ 3,25	0,67	- 4,86	+ 0,03	0,5	8,4	réglé par Aug. Bourquin, fils, Locle.
50	79	Ed. Huguenin-Courvoisier, Locle.	14789	bascule	pl. Ph.	+ 2,67	0,66	- 1,11	indét.	0,2	9,2	réglé par Aug. Laberty, Locle.
51	77	Ch ^r Humbert, Chaux-de-Fonds.	63531	ancre	pl. Ph.	- 3,46	0,72	- 1,30	indét.	0,7	4,9	réglé par U. Wehrli, St-Imier.
52	49	Ch ^r Humbert, fils, Chaux-de-Fonds.	61575	ancre	pl. Ph.	- 1,16	0,72	- 0,90	+ 0,16	0,8	5,5	réglé par U. Wehrli, St-Imier.
53	64	Girard-Perregaux & C ^o , Chaux-de-Fonds.	83996	ancre	eyl.	+ 3,51	0,70	- 2,57	indét.	0,3	6,1	
54	54	Reichen & Girard, Bregenz.	42887	ancre	pl. Ph.	- 1,18	0,71	- 0,69	- 0,20	2,7	6,8	réglé par J. Vogel-Jacot, Locle.
55	63	L. Favre-Ledet, Fleurier.	11809	ancre	pl. Ph. à 3 courbes	- 3,78	0,72	- 1,47	- 0,17	1,6	10,5	réglé par Borgstedt, Locle.
56	33	J. & K., à P.	21088	ancre	pl. Ph.	- 1,99	0,70	- 3,33	+ 0,15	1,4	9,1	fab. et déposé par l'Association Ouvrière, Locle; réglé par Borgstedt, Locle.
57	48	M. & E., à L.	453571	ancre	Breguet	- 2,37	0,73	- 0,52	indét.	0,3	7,4	réglé par H. Roat, fils & A. Bourquin, Locle; à répétition.
58	72	Courvoisier frères, Chaux-de-Fonds.	64344	ancre	pl. Ph.	+ 3,73	0,76	- 1,99	+ 0,08	1,9	6,8	réglé par J. Vogel-Jacot, Locle.
59	61	J.-Alfred Jurgensen, Locle.	1303	ancre	pl. Ph.	- 4,79	0,78	- 1,30	indét.	0,3	8,9	réglé par Aug. Laberty, Locle; chronogr. rattap.; à répétition.
60	73	Grosjean & C ^o , Chaux-de-Fonds.	500213	ancre	Breguet en pall.	- 7,07	0,77	- 0,77	+ 0,04	3,3	11,8	
61	461	Rod. Uhlmann, Chaux-de-Fonds.	80009	ancre	pl. Ph.	+ 1,41	0,82	- 3,52	+ 0,17	0,5	6,5	
62	30	Reichen & Girard, Bregenz.	42888	ancre	pl. Ph.	- 0,09	0,85	- 4,41	+ 0,09	0,4	8,8	réglé par J. Vogel-Jacot, Locle.
63	66	Tosset & fils, succ. de H. Grandjean & C ^o , Locle.	87500	ressort	pl. Ph.	- 3,34	0,86	- 1,02	indét.	4,5	10,4	réglé par Borgstedt, Locle; à chronographe.
64	71	Louis Andemans, Brassus.	12481	ancre	pl. Ph. en pall.	- 0,91	0,91	- 0,01	- 0,01	2,7	9,0	réglé par L. Andemans, Brassus; à répétition.
65	36	Paul Matthey-Doret, Locle.	50862	ancre	pl. Ph.	- 4,12	0,92	- 0,15	indét.	2,2	11,9	réglé par Ch ^r Ziegler, Locle.



D. CHRONOMÈTRES DE POCHE observés pendant quinze jours, au plat.

Numéros du cristal	Page du registre	NOMS DES FABRICANTS et lieux de provenance	Numéros des chrono- mètres	Echappement	Spiral	Marche diurne moyenne	Variation diurne moyenne	Différence entre les marches extrêmes	RÉGLEURS	REMARQUES
1	489	M. & E. à L.	460055	anere	pl. Ph.	+ 8,71	1,024	1,3		fabricqué et déposé par Hanhardt & C ^{ie} , Chaux-de-Fonds.
2	17	Aug. Brette & C ^{ie} , Locle	19465	anere	Breguet	- 3,39	0,26	1,9		
3	171	Association Ouvrière, Locle	36962	anere	pl. Ph.	- 1,76	0,25	3,9	P. Borgstedt, Locle.	
4	7	E. Francin & C ^{ie} , St-Imier	581788	anere	pl. Ph.	- 2,41	0,29	2,4	A. Vuille-Roulet, St-Imier	
5	285	M. & E. à L.	460054	anere	pl. Ph.	- 1,69	0,31	2,4		fabricqué et déposé par Hanhardt & C ^{ie} , Chaux-de-Fonds.
6	468	Ph. DuBois & fils, Locle	23590	anere	pl. Ph.	- 3,40	0,24	1,3	Aug. Laberty, Locle	
7	0	Aug. Brette & C ^{ie} , Locle	19468	anere	Breguet	- 0,51	0,31	1,4	Borgstedt, Locle	
8	19	Aug. Brette & C ^{ie} , Locle	20197	anere	Breguet	- 3,12	0,34	2,1		
9	6	Aug. Brette & C ^{ie} , Locle	19472	anere	Breguet	- 1,63	0,24	2,8	Borgstedt, Locle	
10	43	V. Viret, Chaux-de-Fonds	50522	anere	Breguet	- 1,69	0,34	3,4		déposé par Clémence frères, Chaux-de-Fonds.
11	44	Ch ^{ie} Hermann & C ^{ie} , Neuchâtel	83238	bascule	cyl. en pall.	- 7,45	0,26	1,3	J. Vogel-Jacot, Locle	
12	45	Rod. Uhlmann, Chaux-de-Fonds	85747	anere	pl. Ph.	- 3,91	0,25	2,0		déposé par Eug. Clémence-Beurret, Chaux-de-Fonds.
13	66	Ed. Heuer & C ^{ie} , Bienne	155808	bascule	cyl.	- 3,27	0,37	1,6	Ch ^{ie} Ziegler, Locle	
14	39	Sandoz & Brette Meyer, succ. de J. Calame-Robert, Ch.-de-F.	701544	anere	pl. Ph.	- 1,29	0,26	2,0		déposé par Hanhardt & C ^{ie} , succ. de J. Calame-Robert, Ch.-de-F.
15	181	W. L. C. W. & H.	458319	anere	pl. Ph.	- 3,79	0,37	1,1	Z. Pantillon, Chaux-de-Fonds.	
16	32	J. M. à P.	25795	bascule	cyl.	- 0,99	0,37	1,3	Ch ^{ie} Ziegler, Locle	déposé par Henchoz frères, Locle; à renverser.
17	181	Hanhardt & C ^{ie} , succ. de J. Calame-Robert, Chaux-de-F.	460080	anere	Breguet	- 6,78	0,26	2,5	Z. Pantillon, Chaux-de-Fonds.	
18	189	M. & E. à L.	460053	anere	pl. Ph.	- 3,35	0,37	3,4		fab. et dép. par Hanhardt & C ^{ie} , succ. de J. Calame-Robert, Ch.-de-F.
19	482	Rod. Uhlmann, Chaux-de-Fonds	85002	bascule	cyl.	- 5,01	0,27	3,2		
20	16	Aug. Brette & C ^{ie} , Locle	20196	anere	Breguet	- 2,27	0,26	3,4		
21	2	Gihard-Perregaux & C ^{ie} , Chaux-de-Fonds	213874	tourbillon	pl. Ph.	- 0,12	0,26	4,4	F. Borgstedt, Locle	
22	47	Ph. Dubois & Fils, Locle	25445	anere	pl. Ph.	- 2,72	0,29	1,6	Aug. Laberty, Locle	
23	41	Ch ^{ie} Hermann & C ^{ie} , Neuchâtel	83237	bascule	cyl. en pall.	- 0,71	0,29	1,7	J. Vogel-Jacot, Locle	
24	14	Aug. Brette & C ^{ie} , Locle	19464	anere	Breguet	- 2,07	0,29	1,9		déposé par Eug. Clémence-Beurret, Chaux-de-Fonds.
25	68	Bonquet & Kénel, Chaux-de-Fonds	119387	bascule	cyl.	- 1,19	0,29	2,2	Ch ^{ie} Ziegler, Locle	déposé par Henchoz frères, Locle.
26	61	E. & H. L. F. à P.	27994	bascule	cyl. à rev.	- 1,59	0,41	1,4	Ch ^{ie} Ziegler, Locle	
27	0	Aug. Brette & C ^{ie} , Locle	19487	anere	Breguet	- 0,19	0,40	2,7	Borgstedt, Locle	
28	601	Fritz Nussbaum, Chaux-de-Fonds	18704	anere	pl. Ph.	- 1,31	0,42	1,0	J. Calame, Chaux-de-Fonds.	
29	36	Crovoisier frères, Chaux-de-Fonds	21301	anere	pl. Ph.	- 1,67	0,42	1,7	J. Vogel-Jacot, Locle	déposé par C. Barbezat-Baillet, Locle.
30	4	W. L. C. W. & H.	703514	anere	pl. Ph.	- 0,41	0,41	2,4		fabricqué et déposé par Hanhardt & C ^{ie} , succ. de J. Calame-Robert, Ch.-de-F.
31	154	Rod. Uhlmann, Chaux-de-Fonds	85837	anere	pl. Ph.	- 3,27	0,41	2,4		
32	29	Aug. Brette & C ^{ie} , Locle	19466	anere	Breguet	- 1,82	0,44	2,1		
33	9	Aug. Brette & C ^{ie} , Locle	19482	anere	Breguet	- 0,29	0,43	2,5	Borgstedt, Locle	
34	14	Rod. Uhlmann, Chaux-de-Fonds	85818	anere	pl. Ph.	- 1,33	0,45	1,3		
35	12	Aug. Brette & C ^{ie} , Locle	19463	anere	Breguet	- 2,57	0,45	1,6		
36	152	G. N. & S.	452834	anere	pl. Ph.	- 2,07	0,45	2,4	Z. Pantillon, Chaux-de-Fonds	déposé par J. Calame-Robert, Chaux-de-Fonds.
37	5	Aug. Brette & C ^{ie} , Locle	19488	anere	Breguet	- 1,96	0,44	2,6	Borgstedt, Locle	
38	18	Ch ^{ie} Hermann & C ^{ie} , Neuchâtel	5363	bascule	cyl. en pall.	- 3,39	0,46	2,9		
39	9	Aug. Brette & C ^{ie} , Locle	19490	anere	Breguet	- 2,16	0,47	2,7	Borgstedt, Locle	
40	42	Rod. Uhlmann, Chaux-de-Fonds	91210	bascule	cyl.	- 0,65	0,46	14,8		
41	60	Crovoisier frères, Chaux-de-Fonds	5286	anere	pl. Ph. en pall.	- 1,07	0,49	2,5	Borgstedt, Locle	fabricqué par L. C. Grandjean, Pontois.
42	47	Eug. Mauler, Neuchâtel	9638	anere	pl. Ph.	- 4,63	0,48	7,9	Borgstedt, Locle	
43	67	L. A. & J. Dittschheim, Chaux-de-Fonds	1888	bascule	pl. Ph.	- 1,12	0,50	2,3	J. Vogel-Jacot, Locle	
44	42	W. Scheuchlin, Bienne	9294	anere	pl. Ph.	- 2,35	0,49	4,6		à chronogr.
45	467	Ch ^{ie} Schmid, Neuchâtel	21318	bascule	cyl.	- 0,51	0,51	1,6	déposé par Clémence frères, Chaux-de-Fonds.	
46	474	Clémence frères, Chaux-de-Fonds	51111	bascule	cyl.	- 2,87	0,51	2,5	Ch ^{ie} Ziegler, Locle	déposé par M. E. Peters, à St-Gallen.
47	8	Aug. Brette & C ^{ie} , Locle	19480	anere	Breguet	- 0,08	0,51	2,5	Borgstedt, Locle	
48	452	Rod. Uhlmann, Chaux-de-Fonds	16006	anere	cyl.	- 0,71	0,50	3,4		
49	10	L. V. & C. à L.	703903	anere	pl. Ph.	- 8,92	0,52	1,8		fabricqué par Hanhardt & C ^{ie} , succ., Chaux-de-Fonds.
50	18	James Favre-Pillet, St-Imier	160607	anere	Breguet	- 0,12	0,52	3,5		
51	17	Ed. Heuer & C ^{ie} , Bienne	155807	anere	cyl.	- 2,81	0,52	3,5	Ch ^{ie} Ziegler, Locle	fabricqué et dép. par E. Clémence-Beurret, Chaux-de-F.
52	50	Mosmann frères, Chaux-de-Fonds	85131	anere	pl. Ph.	- 2,39	0,53	2,0	Z. Pantillon, Chaux-de-Fonds	répétit, à minutes.
53	461	Fritz Nussbaum, Chaux-de-Fonds	18703	anere	pl. Ph.	- 6,85	0,54	2,2	J. Calame, Chaux-de-Fonds	déposé par J. Calame, Chaux-de-Fonds.
54	20	Bernard Reber, Locle	5357	anere	Breguet	- 3,93	0,55	2,5	H ^{ie} Dubois, Locle	répétit, à minutes.
55	4	Aug. Brette & C ^{ie} , Locle	19489	anere	Breguet	- 0,42	0,55	2,4	Borgstedt, Locle	
56	445	Ch ^{ie} Hermann & C ^{ie} , Neuchâtel	83231	bascule	cyl. en pall.	- 2,65	0,54	2,9		
57	53	Paul-D. Nardin, Locle	7887	anere	pl. Ph.	- 0,99	0,54	3,2	A. Bourquin, Locle	
58	15	Aug. Brette & C ^{ie} , Locle	19469	anere	Breguet	- 2,88	0,55	3,7		
59	4	Aug. Brette & C ^{ie} , Locle	19485	anere	Breguet	- 0,85	0,55	3,8	Borgstedt, Locle	
60	4	Aug. Brette & C ^{ie} , Locle	19480	anere	Breguet	- 1,77	0,54	5,2	Borgstedt, Locle	
61	11	Sandoz & Brette Meyer, succ. de J. Calame-Robert, Ch.-de-F.	701540	anere	Breguet	- 0,75	0,56	2,2		fab. et dép. par Hanhardt & C ^{ie} , succ. de J. Calame-Robert, Ch.-de-F.



D. CHRONOMÈTRES DE POCHEobservés pendant quinze jours, au plat.

Nombres d'ordre	Page du registre	NOMS DES FABRICANTS et lieux de provenance	Nombres des chronomètres	Echappement	Spiral	Marche diurne	Variation diurne moyenne	Différence entre les marches extrêmes	RÉGLEURS	REMARQUES
62	16	Aug. Breting & C ^e , Locle	20198	ancre	Breguet	- 3,63	+ 0,57	2,4		
63	66	A. C. à P.	36994	ancre	cyl.	- 7,39	0,56	2,5	Ch ^e Ziegler, Locle	déposé par Eug. Clémence-Burret, suce., Chaux-de-F.
64	8	Aug. Breting & C ^e , Locle	19471	ancre	Breguet	+ 1,78	0,50	3,1	Borgstedt, Locle	
65	175	Grand-Perregaux & C ^e , Chaux-de-Fonds	23955	bascule	cyl.	- 0,83	0,35	1,3	U. Wehli, St-Inier	
66	39	E. Lienhardt, Locle	1228	ancre	Breguet	- 1,05	0,58	2,4	Ch ^e Ziegler, Locle	répét. à min.
67	48	Ch ^e Hornmann & C ^e , Neuchâtel	5362	bascule	cyl. en pall.	+ 1,18	0,58	2,4	F. Borgstedt, Locle	déposé par L.-G. Grandjean, Pons.
68	3	P. M. à P.	701563	ancre	pl. Ph.	- 6,83	0,58	5,6		fab. et dép. par Hanhardt & C ^e , suce., Chaux-de-Fonds.
69	169	Adolphe Thommann, Locle	1447	ancre	pl. Ph.	+ 5,19	0,59	2,5	Aug. Laberty, Locle	
70	309	Ph. DuBois & fils, Locle	5022	ancre	pl. Ph.	- 3,49	0,59	2,6	Aug. Laberty, Locle	
71	47	V. Vaget, Chaux-de-Fonds	50523	ancre	Breguet	- 4,45	0,58	3,1		déposé par Clémence frères, Chaux-de-Fonds.
72	77	H. Barbezat-Bôle, Locle	2889	ancre	Breguet	- 3,46	0,60	2,8	Ch ^e Ziegler, Locle	triple quantième, phases lunaires.
73	31	V. R. à P.	702076	ancre	pl. Ph.	- 0,90	0,61	2,9		déposé par Hanhardt & C ^e , suc. & J. Calan-Ebel, Ch.-de-F.
74	28	Ch ^e Hornmann & C ^e , Neuchâtel	83710	ancre	cyl. en pallad.	- 6,53	0,60	6,9		
75	36	Borel & Courvoisier, Neuchâtel	70948	ancre	pl. Ph.	- 4,71	0,62	2,5	N. Perret & C ^e , Chaux-de-F.	
76	132	Rod. Uhlmann, Chaux-de-Fonds	83745	ancre	pl. Ph.	- 6,92	0,61	4,0		
77	453	Ph. DuBois & fils, Locle	25447	ancre	pl. Ph.	- 1,81	0,62	2,9	Aug. Laberty, Locle	
78	146	I. L. à P.	21079	bascule	cyl.	- 7,23	0,62	3,4		déposé par Clémence frères, Chaux-de-Fonds.
79	96	A. C. à P.	36905	ancre	cyl.	- 4,13	0,64	2,2	Ch ^e Ziegler, Locle	déposé par Eug. Clémence-Burret, suce., Chaux-de-F.
80	485	Huguenin frères, Locle	2222	ancre	pl. Ph.	- 2,92	0,63	4,3	Aug. Laberty, Locle	déposé par W.-A. Jacot, Locle.
81	6	Aug. Breting & C ^e , Locle	19467	ancre	Breguet	- 0,64	0,48	4,8	Borgstedt, Locle	
82	48	O. N. & C. à C.	11868	ancre	pl. Ph. à 2 abs.	- 2,70	0,64	5,3	Borgstedt, Locle	déposé par L. Favre-Lebat, Fleurier.
83	68	Bourquin & Kenel, Chaux-de-Fonds	119885	bascule	cyl.	- 0,91	0,66	2,1	Ch ^e Ziegler, Locle	déposé par Eug. Clémence-Burret, suce., Chaux-de-F.
84	56	H. Sandoz, Locle	38758	bascule	cyl.	- 6,49	0,66	2,2	Ch ^e Ziegler, Locle	déposé par A.-F. Pfister, Locle.
85	12	Aug. Breting & C ^e , Locle	19463	ancre	Breguet	- 2,53	0,66	2,8		
86	21	J. M. P.	25248	bascule	cyl.	- 0,12	0,66	2,6		
87	77	G. Schwab, Neuchâtel	1892	ancre	Breguet	- 0,17	0,66	2,9	Ch ^e Ziegler, Locle	déposé par Henchoz frères, Locle; à renversem.
88	68	Bourquin & Kenel, Chaux-de-Fonds	119836	bascule	cyl.	- 2,43	0,65	5,4	Ch ^e Ziegler, Locle	avec calendr. et phases lunaires.
89	412	Ph. DuBois & fils, Locle	25444	ancre	pl. Ph.	- 0,58	0,69	1,7	Aug. Laberty, Locle	déposé par Eug. Clémence-Burret, suce., Chaux-de-F.
90	163	Ph. DuBois & fils, Locle	25446	ancre	pl. Ph.	- 1,31	0,69	2,2	Aug. Laberty, Locle	
91	31	V. K. à P.	702975	ancre	pl. Ph.	- 0,68	0,71	2,4		déposé par Hanhardt & C ^e , suc. & J. Calan-Ebel, Ch.-de-F.
92	13	Aug. Breting & C ^e , Locle	19484	ancre	Breguet	- 6,53	0,68	3,3		
93	17	Aug. Breting & C ^e , Locle	20290	ancre	Breguet	- 6,12	0,68	3,4		
94	175	Clémence frères, Chaux-de-Fonds	51113	bascule	cyl.	- 5,22	0,72	3,0	Ch ^e Ziegler, Locle	
95	18	Ch ^e Hornmann & C ^e , Neuchâtel	83235	bascule	cyl. en pall.	- 0,91	0,71	7,3		
96	19	Ch ^e Hornmann & C ^e , Neuchâtel	83236	bascule	cyl. en pall.	- 0,71	0,71	7,4		
97	453	Rod. Uhlmann, Chaux-de-Fonds	83746	ancre	pl. Ph.	- 1,71	0,74	2,1		
98	409	Ph. DuBois & fils, Locle	25591	ancre	pl. Ph.	- 1,94	0,74	2,5	Aug. Laberty, Locle	
99	45	L. Jacot, au Locle et à Birmingham	17139	ancre	pl. Ph.	- 2,27	0,73	4,0		déposé par Hanhardt & C ^e , suc. & J. Calan-Ebel, Ch.-de-F.
100	21	Goschler & C ^e , Bienne	89005	bascule	cyl.	- 0,63	0,74	7,1		déposé par Rod. Uhlmann, Chaux-de-Fonds.
101	15	Aug. Breting & C ^e , Locle	19479	ancre	Breguet	- 4,77	0,76	4,7		
102	483	Rod. Uhlmann, Chaux-de-Fonds	89006	bascule	cyl.	- 1,29	0,78	3,7		
103	69	H. Z. à M.	221195	ancre	Breguet	- 4,65	0,81	3,6		déposé par Grand-Perregaux & C ^e , Ch.-de-F.; répét. à min.
104	456	Rod. Uhlmann, Chaux-de-Fonds	16067	ancre	cyl.	- 3,59	0,81	3,8	J. Vogel-Jacot, Locle	déposé par Clémence frères, Chaux-de-Fonds.
105	16	Rod. Uhlmann, Neuchâtel	21924	bascule	cyl.	- 0,87	0,81	4,4		
106	17	Aug. Breting & C ^e , Locle	20199	ancre	Breguet	- 3,05	0,81	5,0	Borgstedt, Locle	
107	9	Aug. Breting & C ^e , Locle	19481	ancre	Breguet	- 2,29	0,84	3,1		
108	11	Aug. Breting & C ^e , Locle	19461	ancre	Breguet	- 3,93	0,83	5,8		
109	491	Rod. Uhlmann, Chaux-de-Fonds	89003	bascule	cyl.	- 7,31	0,86	3,3	Borgstedt, Locle	
110	8	Aug. Breting & C ^e , Locle	19470	ancre	Breguet	- 1,03	0,86	5,6	J. Vogel-Jacot, Locle	
111	32	Reichen & Girard, suc. & J. Calan-Ebel, Brestis	42892	ancre	pl. Ph.	- 5,77	0,89	5,7		déposé par Hanhardt & C ^e , suc. & J. Calan-Ebel, Ch.-de-F.
112	30	Sandoz & Breitmeyer, suc. & J. Calan-Ebel, Ch.-de-F.	701979	ancre	pl. Ph.	- 4,01	0,86	6,1		
113	27	Ch ^e Hornmann & C ^e , Neuchâtel	83709	ancre	cyl. en pall.	- 4,27	0,89	8,9		
114	482	Reichen & Girard, suc. & J. Calan-Ebel, Brestis	43305	ancre	pl. Ph.	- 3,40	0,88	2,8		
115	116	Goschler & C ^e , Bienne	89004	bascule	cyl.	- 0,94	0,89	5,4	J. Vogel-Jacot, Locle	déposé par Rod. Uhlmann, Chaux-de-Fonds.
116	472	W ^e Schochlin, Bienne	10362	ancre	pl. Ph.	- 3,47	0,91	3,1		déposé par D. Vannier, Locle; répét. à min.
117	452	Ph. DuBois & fils, Locle	25443	ancre	pl. Ph.	- 0,63	0,92	4,4	Aug. Laberty, Locle	
118	25	Sandoz & Breitmeyer, suc. & J. Calan-Ebel, Ch.-de-F.	701539	ancre	pl. Ph.	- 5,28	0,97	7,3		
119	120	Aug. Breting & C ^e , Locle	20195	ancre	Breguet	+ 0,53	1,06	5,1		
120	121	Aug. Breting & C ^e , Locle	70483	ancre	Breguet	+ 4,11	1,08	4,7		

BULLETINS DE MARCHE

DES

CHRONOMÈTRES COURONNÉS

AU

CONCOURS DE 1892



CHRONOMÈTRE DE MARINE

Echappement à ressort, spiral cylindrique à 2 courbes
Phillips, en palladium; réglé par M. H^{ri} ROZAT FILS.

N^o 22/7467, de M. PAUL-D. NARDIN, au Locle.

NB. Les chronomètres sont comparés tous les jours à une heure à la pendule normale de l'Observatoire, réglée sur le temps moyen.

Le signe + dans la colonne *Marche diurne* indique le retard,
le signe — indique l'avance.

Date	Marche diurne	Variation	Température moyenne centigrade	Remarques
1891				
Déc. 24-25	— 1,28 ^s	+ 0,15 ^s	+ 6,8 ^o	A l'armoire
25-26	— 1,13	— 0,20	7,0	»
26-27	— 1,33	+ 0,10	7,2	
27-28	— 1,23	+ 0,15	6,9	
28-29	— 1,08	— 0,09	7,6	
29-30	— 1,17	+ 0,15	7,8	
30-31	— 1,02	— 0,08	8,9	
1892 31- 1	— 1,10	+ 0,15	8,9	
Janv. 1- 2	— 0,95	+ 2,11	9,2	»
2- 3	+ 1,16	+ 0,63	31,0	A l'écluse
3- 4	+ 1,79	— 0,71	31,0	»
4- 5	+ 1,08	— 2,19	32,7	»
5- 6	— 1,11	— 0,04	8,4	A l'armoire
6- 7	— 1,15	— 0,02	8,0	
7- 8	— 1,17	— 0,14	7,7	»
8- 9	— 1,31	+ 0,32	1,1	A la glacière
9-10	— 0,99	— 0,04	1,2	»
10-11	— 1,03	+ 0,21	1,2	»
11-12	— 0,82	— 0,19	8,0	A l'armoire
12-13	— 1,01	+ 0,05	7,5	»
13-14	— 0,96	— 0,05	7,9	»

TABLEAU V.

PRIX II (Suite).

Date	Marche diurne	Variation	Tempé- rature moyenne centigrade	Remarques
1892				
Janv. 14-15	^s — 1,01	^s + 0,03	^o + 7,4	A l'armoire
15-16	— 0,98	— 0,11	8,2	»
16-17	— 1,09	+ 0,15	8,2	»
17-18	— 0,94	0,00	7,7	»
18-19	— 0,94	— 0,05	7,4	»
19-20	— 0,99	+ 0,06	7,7	»
20-21	— 0,93	— 0,11	8,0	»
21-22	— 1,04	— 0,01	7,9	»
22-23	— 1,05	+ 0,21	7,7	»
23-24	— 0,84	— 0,07	7,5	»
24-25	— 0,91	— 0,05	7,9	»
25-26	— 0,96	— 0,05	7,6	»
26-27	— 1,01	+ 0,08	7,8	»
27-28	— 0,93	+ 0,07	7,8	»
28-29	— 0,86	— 0,24	8,2	»
29-30	— 1,10	+ 0,02	8,0	»
30-31	— 1,08	+ 0,17	8,4	»
31- 1	— 0,91	— 0,12	8,5	»
Févr. 1- 2	— 1,03	— 0,01	8,7	»
2- 3	— 1,04	+ 0,21	8,7	»
3- 4	— 0,83	— 0,25	8,5	»
4- 5	— 1,08	+ 0,24	8,4	»
5- 6	— 0,84	— 0,19	8,4	»
6- 7	— 1,03	— 0,06	8,0	»
7- 8	— 1,09	+ 0,10	8,4	»
8- 9	— 0,99	+ 0,13	8,1	»
9-10	— 0,86	— 0,20	8,0	»
10-11	— 1,06	— 0,17	7,7	»
11-12	— 1,23	+ 0,03	7,8	»
12-13	— 1,20	+ 0,09	8,1	»
13-14	— 1,11	— 0,15	8,2	»

PRIX II (Suite).

Marche moyenne	— 0 ^s ,95
Variation moyenne	$\pm$ 0,10
» pour 1 ^o de température	$\pm$ 0,08
Différence de marche avant et après l'épreuve thermique	0,13
Différence de marche entre la première et la der- nière semaine	0,12
Différence entre les marches extrêmes	3,19

CHRONOMÈTRE DE POCHE

Echappement à ancre, spiral plat Phillips; réglé par
MM. HENRI ROZAT et AUGUSTE BOURQUIN, au Locle.

N° 7897, de M. PAUL-D. NARDIN, au Locle.

NB. Les chronomètres sont comparés tous les jours à une heure à la pendule normale de l'Observatoire, réglée sur le temps moyen.

Le signe + dans la colonne *Marche diurne* indique le retard,
le signe — indique l'avance.

Date	Marche diurne	Variation	Température moyenne centigrade	Remarques
1892				
Août 17-18	— 2,9 ^s	+ 0,2 ^s	+ 22,4 ^o	Position horizontale
18-19	— 2,7	+ 0,2	22,8	»
19-20	— 2,5	— 0,1	22,8	»
20-21	— 2,6	— 0,2	21,5	»
21-22	— 2,8	— 0,2	21,1	»
22-23	— 3,0	+ 0,2	20,9	»
23-24	— 2,8	+ 0,5	21,0	»
24-25	— 2,3	— 0,2	20,7	»
25-26	— 2,5	+ 3,4	19,6	»
26-27	+ 0,9	— 3,9	33,0	» à l'étuve
27-28	— 3,0	+ 4,4	18,2	»
28-29	+ 1,4	— 2,8	0,9	» à la glacière
29-30	— 1,4	— 0,2	19,1	»
30-31	— 1,6	— 0,3	19,3	»
31- 1	— 1,9	— 0,5	18,8	»
Sept. 1- 2	— 2,4	0,0	18,0	Position verticale, pendu
2- 3	— 2,4	+ 0,1	17,9	»
3- 4	— 2,3	— 0,4	17,0	»
4- 5	— 2,7	— 0,5	15,6	»
5- 6	— 3,2	+ 0,7	14,7	»
6- 7	— 2,5	— 0,1	13,9	»

TABLEAU VI.

B. PRIX III. (Suite).

Date	Marche diurne	Variation	Température moyenne centigrade	Remarques
1892				
Sept. 7- 8	— 2,6 ^s	— 0,7 ^s	+ 13,6 ^o	Position verticale, pendu
8- 9	— 3,3	+ 0,6	13,2	»
9-10	— 2,7	— 0,2	12,7	»
10-11	— 2,9	— 0,3	12,8	»
11-12	— 3,2	+ 0,5	12,9	»
12-13	— 2,7	— 0,9	14,4	»
13-14	— 3,6	+ 0,7	15,3	»
14-15	— 2,9	+ 3,0	16,2	»
15-16	+ 0,1	— 0,6	16,9	> pendant à gauche
16-17	— 0,5	— 2,2	17,3	> »
17-18	— 1,7	+ 0,1	18,0	> pendant à droite
18-19	— 1,6	— 0,6	18,1	> »
19-20	— 2,2	+ 0,4	17,8	Cadran en bas
20-21	— 1,8	— 0,9	18,1	»
21-22	— 2,7	— 0,1	18,0	Cadran en haut
22-23	— 2,8	+ 0,4	18,3	»
23-24	— 2,4	0,0	18,3	»
24-25	— 2,4	— 0,4	17,8	»
25-26	— 2,8	— 0,1	17,8	»
26-27	— 2,9	0,0	17,6	»
27-28	— 2,9		17,6	»
Marche moyenne				— 2 ^s ,28
Variation moyenne				+ 0,32
» par 1 ^o pour les températures extrêmes				— 0,02
Ecart pour les températures moyennes				3,48
Différence de marche avant et après l'épreuve thermique				1,1
Variation du plat au pendu				— 0,83
» du pendu au pendant à gauche				+ 2,61
» du pendu au pendant à droite				+ 1,16
» du cadran en haut au cadran en bas				+ 0,70
Différence de marche entre la première et la dernière semaine				0,06
Différence entre les marches extrêmes				5,0

CHRONOMÈTRE DE POCHE

Echappement à ancre, spiral plat Phillips.

N° 6433, de M. PAUL-D. NARDIN, au Locle.

NB. Les chronomètres sont comparés tous les jours à une heure à la pendule normale de l'Observatoire, réglée sur le temps moyen.

Le signe + dans la colonne *Marche diurne* indique le retard,
le signe — indique l'avance.

Date	Marche diurne	Variation	Température moyenne centigrade	Remarques
1892				
Juill. 18-19	^s 0,0	^s — 0,2	^o + 16,6	Position horizontale
19-20	— 0,2	— 0,6	15,7	»
20-21	— 0,8	— 0,1	15,1	»
21-22	— 0,9	0,0	14,5	»
22-23	— 0,9	— 0,1	14,8	»
23-24	— 1,0	— 0,3	15,8	»
24-25	— 1,3	— 0,4	16,0	»
25-26	— 1,7	+ 3,6	17,8	»
26-27	+ 1,9	— 3,4	33,5	» à l'étuve
27-28	— 1,5	+ 1,1	18,7	»
28-29	— 0,4	— 2,5	1,2	» à la glacière
30-31	— 2,9	— 0,4	20,6	»
31- 1	— 3,3	+ 0,3	19,7	»
Août 1- 2	— 3,0	— 0,2	19,0	»
2- 3	— 3,2	+ 1,6	17,8	»
3- 4	— 1,6	— 0,7	17,1	Position verticale, pendu
4- 5	— 2,3	— 0,6	17,3	»
5- 6	— 2,9	+ 0,5	17,3	»
6- 7	— 2,4	— 1,2	18,0	»
7- 8	— 3,6	0,0	18,4	»
8- 9	— 3,6	+ 0,5	19,1	»

TABLEAU VII.

B. PRIX IV (Suite).

Date	Marche diurne	Variation	Température moyenne centigrade	Remarques
1892				
Août 9-10	— 3,1 ^s	+ 0,5 ^s	+ 19,3 ^o	Position verticale, pendu
10-11	— 2,6	+ 1,0	18,7	»
11-12	— 1,6	— 1,8	18,6	»
12-13	— 3,4	+ 0,2	18,7	»
13-14	— 3,2	— 0,8	19,8	»
14-15	— 4,0	+ 0,6	20,1	»
15-16	— 3,4	— 0,1	20,6	»
16-17	— 3,5	+ 3,6	21,5	»
17-18	+ 0,1	— 0,2	22,4	» pendant à gauche
18-19	— 0,1	+ 1,8	22,8	» »
19-20	+ 1,7	— 0,1	22,8	» pendant à droite
20-21	+ 1,6	— 6,0	21,5	» »
21-22	— 4,4	— 0,2	21,1	Cadran en bas
22-23	— 4,6	+ 1,7	20,9	»
23-24	— 2,9	— 0,1	21,0	Cadran en haut
24-25	— 3,0	— 0,8	20,7	»
25-26	— 3,8	— 0,4	19,6	»
26-27	— 4,2	+ 0,4	18,5	»
27-28	— 3,8	— 0,2	18,2	»
28-29	— 4,0	— 0,1	18,8	»
29-30	— 4,1		19,1	»
Marche moyenne				— 2 ^s ,19
Variation moyenne				+ 0,43
» par 1 ^o pour les températures extrêmes				+ 0,07
Ecart pour les températures moyennes				2,9
Différence de marche avant et après l'épreuve thermique				1,2
Variation du plat au pendu				— 1,66
» du pendu au pendant à gauche				+ 2,94
» du pendu au pendant à droite				+ 4,59
» du cadran en haut au cadran en bas				— 0,81
Différence de marche entre la première et la dernière semaine				2,96
Différence entre les marches extrêmes				6,5

CHRONOMÈTRE DE POCHE

Echappement à ancre, spiral plat Phillips;
réglé par M. F. BORGSTEDT, au Locle.

N° 50594, de M. PAUL MATTHEY-DORET, au Locle.

NB. Les chronomètres sont comparés tous les jours à une heure à la pendule normale de l'Observatoire, réglée sur le temps moyen.

Le signe + dans la colonne *Marche diurne* indique le retard,
le signe — indique l'avance.

Date	Marche diurne	Variation	Température moyenne centigrade	Remarques
1892				
Mars 1- 2	+ 1,0 ^s	0,0 ^s	+ 9,5 ^o	Position horizontale
2- 3	+ 1,0	0,0	8,5	»
3- 4	+ 1,0	+ 0,6	8,2	»
4- 5	+ 1,6	— 0,1	7,4	»
5- 6	+ 1,5	— 0,1	6,7	»
6- 7	+ 1,4	+ 0,7	6,3	»
7- 8	+ 2,1	— 0,8	5,8	»
8- 9	+ 1,3	+ 0,4	7,2	»
9-10	+ 1,7	+ 0,7	7,2	»
10-11	+ 2,4	— 0,5	1,1	» à la glacière
11-12	+ 1,9	— 0,6	6,6	
12-13	+ 1,3	+ 0,5	31,4	» à l'éture
13-14	+ 1,8	— 0,2	6,6	»
14-15	+ 1,6	+ 0,3	7,2	»
15-16	+ 1,9	+ 0,3	7,3	»
16-17	+ 2,2	— 0,4	7,1	Position verticale, pendu
17-18	+ 1,8	+ 0,1	7,6	»
18-19	+ 1,9	+ 0,3	7,8	
19-20	+ 2,2	— 0,3	8,2	
20-21	+ 1,9	— 1,0	8,2	
21-22	+ 0,9	+ 0,2	9,0	

TABLEAU VIII.

B. PRIX V (Suite).

Date	Marche diurne	Variation	Température moyenne centigrade	Remarques
1892				
Mars 22-23	^s + 1,1	^s — 0,7	^o + 9,2	Position verticale, pendu
23-24	+ 0,4	+ 1,2	9,6	»
24-25	+ 1,6	— 0,5	10,2	»
25-26	+ 1,1	— 0,3	10,6	»
26-27	+ 0,8	+ 0,5	10,7	»
27-28	+ 1,3	— 1,0	10,9	»
28-29	+ 0,3	— 0,4	11,2	»
29-30	— 0,1	+ 4,5	10,4	»
30-31	+ 4,4	+ 0,2	9,5	» pendant à gauche
31- 1	+ 4,6	— 2,9	9,0	» »
Avril 1- 2	+ 1,7	+ 0,2	9,2	» pendant à droite
2- 3	+ 1,9	— 1,6	10,2	» »
3- 4	— 0,3	— 0,1	10,9	Cadran en bas
4- 5	+ 0,2	+ 0,9	11,8	»
5- 6	+ 1,1	0,0	12,6	Cadran en haut
6- 7	+ 1,1	— 0,3	12,9	»
7- 8	+ 0,8	+ 0,2	13,0	»
8- 9	+ 1,0	+ 2,0	13,3	»
9-10	+ 3,0	— 1,4	13,2	»
10-11	+ 1,6	— 0,2	13,4	»
11-12	+ 1,4		13,1	»
Marche moyenne				+ 1 ^s ,52
Variation moyenne				+ 0 ,46
» pour 1 ^o de température				— 0 ,04
Différence de marche avant et après l'épreuve thermique				0 ,1
Variation du plat au pendu				— 0 ,33
» du pendu au pendant à gauche				+ 3 ,26
» du pendu au pendant à droite				+ 0 ,56
« du cadran en haut au cadran en bas				1 ,18
Différence de marche entre la première et la dernière semaine				0 ,06
Différence entre les marches extrêmes				4 ,7

CHRONOMÈTRE DE POCHE

Echappement à ancre, spiral plat Phillips ;
réglé par M. U. WEHRLI, à St-Imier.

N° 61579, de M. CH^s HUMBERT FILS, à La Chaux-de-Fonds.

NB. Les chronomètres sont comparés tous les jours à une heure à la pendule normale de l'Observatoire, réglée sur le temps moyen.

Le signe + dans la colonne *Marche diurne* indique le retard,
le signe — indique l'avance.

Date	Marche diurne	Variation	Température moyenne centigrade	Remarques
1892				
Oct. 16-17	+ 0,2 ^s	— 0,4 ^s	+ 12,0 ^o	Position horizontale
17-18	— 0,2	+ 0,5	12,0	»
18-19	+ 0,3	— 0,5	11,8	»
19-20	— 0,2	— 0,2	11,3	»
20-21	— 0,4	0,0	11,3	»
21-22	— 0,4	+ 0,5	10,8	»
22-23	+ 0,1	— 0,2	10,8	»
23-24	— 0,1	0,0	10,5	»
24-25	— 0,1	— 0,1	10,3	»
25-26	— 0,2	+ 0,5	30,3	» à l'étuve
26-27	+ 0,3	+ 2,4	11,7	»
27-28	+ 2,7	— 2,1	1,8	» à la glacière
28-29	+ 0,6	— 0,6	12,1	»
29-30	0,0	+ 0,2	12,1	»
30-31	+ 0,2	+ 0,3	12,3	»
31- 1	+ 0,5	+ 0,2	12,7	Position verticale, pendu
Nov. 1- 2	+ 0,7	+ 0,1	13,0	»
2- 3	+ 0,8	+ 0,3	13,6	»
3- 4	+ 1,1	— 0,5	13,4	»
4- 5	+ 0,6	+ 0,2	12,9	»
5- 6	+ 0,8	— 0,2	12,9	»

TABLEAU IX.

C. PRIX VI (Suite).

Date	Marche diurne	Variation	Température moyenne centigrade	Remarques
1892				
Nov. 6- 7	+ 0,6 ^s	— 0,1 ^s	+ 13,2 ^o	Position verticale, pendu
7- 8	+ 0,5	— 0,3	12,9	»
8- 9	+ 0,2	+ 0,5	12,5	»
9-10	+ 0,7	+ 0,1	12,8	»
10-11	+ 0,8	— 0,1	12,7	»
11-12	+ 0,7	+ 0,1	12,7	»
12-13	+ 0,8	— 0,1	12,4	»
13-14	+ 0,7	— 0,4	12,3	»
14-15	+ 0,3		12,3	»
Marche moyenne + 0^s,42 Variation moyenne ± 0,26 » du plat au pendu + 0,46 » pour 1^o de température — 0,10 Différence de marche avant et après l'épreuve thermique 0,7 Différence entre les marches extrêmes 3,1				

CHRONOMÈTRE DE POCHE

Echappement à ancre, spiral plat Phillips.

N° 61582, de M. CH^s HUMBERT FILS, à La Chaux-de-Fonds.

NB. Les chronomètres sont comparés tous les jours à une heure à la pendule normale de l'Observatoire, réglée sur le temps moyen.

Le signe + dans la colonne *Marche diurne* indique le retard,
le signe — indique l'avance.

Date	Marche diurne	Variation	Température moyenne centigrade	Remarques
1891				
Déc. 27-28	— 1,0 ^s	+ 0,3 ^s	+ 6,9 ^o	Position horizontale
28-29	— 0,7	— 0,4	7,6	»
29-30	— 1,1	+ 0,2	7,8	»
30-31	— 0,9	+ 2,3	8,9	»
1892 31- 1	+ 1,4	— 3,1	0,7	» à la glacière
Janv. 1- 2	— 1,7	— 0,1	9,2	»
2- 3	— 1,8	+ 0,2	31,0	» à l'étuve
3- 4	— 1,6	+ 0,7	9,4	»
4- 5	— 0,9	— 0,4	8,9	»
5- 6	— 1,3	+ 0,3	8,4	»
6- 7	— 1,0	0,0	8,0	»
7- 8	— 1,0	— 0,1	7,7	»
8- 9	— 1,1	+ 0,6	7,7	»
9-10	— 0,5	— 0,2	7,7	»
10-11	— 0,7	+ 2,2	7,4	»
11-12	+ 1,5	+ 0,2	8,0	Position verticale, pendu
12-13	+ 1,7	0,0	7,5	»
13-14	+ 1,7	— 0,7	7,9	»
14-15	+ 1,0	+ 0,3	7,4	»
15-16	+ 1,3	+ 0,2	8,2	»
16-17	+ 1,5	+ 0,3	8,2	»

TABLEAU X.

C. PRIX VII (Suite).

Date	Marche diurne	Variation	Température moyenne centigrade	Remarques
1892				
Janv. 17-18	+ 1,8 ^s	- 0,3 ^s	+ 7,7 ^o	Position verticale, pendu
18-19	+ 1,5	- 0,5	7,4	
19-20	+ 1,0	+ 0,1	7,7	
20-21	+ 1,1	+ 0,1	8,0	
21-22	+ 1,2	+ 0,5	7,9	
22-23	+ 1,7	0,0	7,7	
23-24	+ 1,7	- 0,7	7,5	
24-25	+ 1,0	+ 1,0	7,8	
25-26	+ 2,0		7,6	
Marche moyenne + 0^s,53 Variation moyenne ± 0,34 » du plat au pendu + 1,84 » pour 1° de température - 0,11 Différence de marche avant et après l'épreuve thermique 0,9 Différence entre les marches extrêmes 3,8				

CHRONOMÈTRE DE POCHE

Echappement à tourbillon à ressort, spiral Breguet.

N° 147545, de MM. NICOLET FILS & C^{ie}, à La Chaux-de-Fonds.

NB. Les chronomètres sont comparés tous les jours à une heure à la pendule normale de l'Observatoire, réglée sur le temps moyen.

Le signe + dans la colonne *Marche diurne* indique le retard,
le signe — indique l'avance.

Date	Marche diurne	Variation	Température moyenne centigrade	Remarques
1892				
Nov. 30- 1	— 1,8 ^s	— 0,3 ^s	+ 10,9 ^o	Position horizontale
Déc. 1- 2	— 2,1	+ 0,2	10,1	»
2- 3	— 1,9	— 1,0	10,3	»
3- 4	— 2,9	+ 0,6	10,3	»
4- 5	— 2,3	— 0,9	9,6	»
5- 6	— 3,2	+ 1,2	0,4	» à la glacière
6- 7	— 2,0	+ 2,8	9,8	»
7- 8	+ 0,8	— 4,0	30,7	» à l'étuve
8- 9	— 3,2	+ 0,7	9,6	»
9-10	— 2,5	— 0,1	8,5	»
10-11	— 2,6	— 0,1	9,0	»
11-12	— 2,7	0,0	8,8	»
12-13	— 2,7	+ 0,4	7,7	»
13-14	— 2,3	— 0,8	9,6	»
14-15	— 3,1	+ 0,1	10,0	»
15-16	— 3,0	— 0,7	10,7	Position verticale, pendu
16-17	— 3,7	+ 0,9	10,4	»
17-18	— 2,8	— 0,1	9,9	»
18-19	— 2,9	0,0	9,9	»
19-20	— 2,9	— 0,3	10,6	»
20-21	— 3,2	0,0	10,8	»

TABLEAU XI.

C. PRIX VIII (Suite).

Date	Marche diurne	Variation	Température moyenne centigrade	Remarques
1892				
Déc. 21-22	— 3,2 ^s	— 0,1 ^s	+ 10,8 ^o	Position verticale, pendu
22-23	— 3,3	+ 0,2	10,3	»
23-24	— 3,1	+ 0,3	10,0	»
24-25	— 2,8	+ 0,1	9,5	»
25-26	— 2,7	+ 0,1	9,0	»
26-27	— 2,6	— 0,1	8,0	»
27-28	— 2,7	+ 0,1	7,9	»
28-29	— 2,6	— 0,8	8,2	»
29-30	— 3,4		7,8	»
Marche moyenne — 2^s,64 Variation moyenne + 0,33 » du plat au pendu — 0,70 » pour 1^o de température + 0,13 Différence de marche avant et après l'épreuve thermique 0,9 Différence entre les marches extrêmes 4,5				

CHRONOMÈTRE DE POCHE

Echappement à ancre, spiral plat Phillips.

N° 24420, de M. CH.-ED. LARDET, à Fleurier.

NB. Les chronomètres sont comparés tous les jours à une heure à la pendule normale de l'Observatoire, réglée sur le temps moyen.

Le signe + dans la colonne *Marche diurne* indique le retard, le signe — indique l'avance.

Date	Marche diurne	Variation	Température moyenne centigrade	Remarques
1892				
Mai	23-24	— 3,0 ^s	+ 14,6 ^o	Position horizontale
	24-25	— 1,9	15,9	»
	25-26	— 1,2	17,1	»
	26-27	— 1,1	18,3	»
	27-28	— 1,0	19,4	»
	28-29	— 2,8	1,7	» à la glacière
	29-30	— 1,4	19,0	»
	30-31	+ 1,2	33,0	» à l'étuve
	31- 1	— 1,0	19,6	»
		0,0		
Juin	1- 2	— 1,0	18,7	»
	2- 3	— 1,1	19,4	»
	3- 4	— 1,2	19,0	»
	4- 5	— 1,2	17,9	»
	5- 6	— 0,8	16,8	»
	6- 7	— 1,2	15,8	»
	7- 8	— 2,7	15,6	Position verticale, pendu
	8- 9	— 2,3	15,4	»
	9-10	— 3,1	16,2	»
	10-11	— 2,9	17,4	»
	11-12	— 3,5	18,3	»
	12-13	— 3,1	18,6	»
		— 0,6		

TABLEAU XII.

C. PRIX IX (Suite).

Date	Marche diurne	Variation	Tempéra- ture moyenne centigrade	Remarques
1892				
Juin 13-14	— 3,7 ^s	+ 0,7 ^s	+ 18,2 ^o	Position verticale, pendu
14-15	— 3,0	+ 0,1	17,6	»
15-16	— 2,9	0,0	16,6	»
16-17	— 2,9	— 0,1	15,9	»
17-18	— 3,0	0,0	16,0	:
18-19	— 3,0	0,0	15,7	:
19-20	— 3,0	— 0,3	15,5	:
20-21	— 3,3	+ 0,4	15,7	:
21-22	— 2,9		16,7	:
Marche moyenne — 2 ^s ,13				
Variation moyenne — 0,32				
» du plat au pendu — 1,77				
» pour 1 ^o de température + 0,13				
Différence de marche avant et après l'épreuve thermique 0,0				
Différence entre les marches extrêmes 4,9				

PROCÈS-VERBAL

DE LA 36^e SÉANCE DE LA

COMMISSION GÉODÉSIQUE SUISSE

TENUE

au Bureau topographique fédéral à Berne,
le 7 mai 1893.

36^e séance de la Commission géodésique suisse.

*Présidence de M. le professeur Wolf, directeur de
l'Observatoire de Zurich.*

La séance est ouverte à 1 heure et quart.

Sont présents : M. le professeur *Hirsch*, directeur de l'Observatoire de Neuchâtel ; M. le colonel *Lochmann*, chef du Bureau topographique fédéral ; M. *Rebstein*, professeur de mathématiques à l'École cantonale de Zurich ; M. le professeur *R. Gautier*, directeur de l'Observatoire de Genève, secrétaire de la Commission.

M. le Dr *Messerschmitt*, ingénieur de la Commission géodésique suisse, et M. *Rosenmund*, ingénieur du Bureau topographique fédéral, assistent à la séance comme invités, avec voix consultative.

M. le *Président* annonce que M. *F.-A. Forel*, président du Comité central de la Société helvétique des sciences naturelles, qui avait été invité à la séance de la Commission, s'est excusé de ne pouvoir y assister, retenu chez lui par des circonstances de famille.

Sur la proposition de M. *Wolf*, président, le programme de la séance est fixé comme suit : 1^o rapport financier ; 2^o rapport sur le nivellement de précision et discussion des questions qui s'y rattachent ; 3^o rapport sur les travaux géodésiques de l'exercice de 1892, et fixation du programme des travaux à exécuter en 1893 ; 4^o rectification du budget de l'année 1893 et prévisions budgétaires pour l'exercice de 1894 ; 5^o rapport de M. *Hirsch* sur la Conférence de l'Association géodésique internationale à Bruxelles en 1892 ; 6^o affaires administratives.

I. RAPPORT FINANCIER.

M. le colonel *Lochmann* présente les comptes de la Commission pour l'exercice de 1892. — Ces comptes, déjà

Tableau des comptes de la Commission

1892	Recettes.	Fr. Cent.	Fr. Cent.
7 janvier	Solde actif de 1891		34,82
31 décembre	Allocation pour 1892 du Département fédéral de l'intérieur	15000 —	
» »	Intérêt pour 1892 sur un dépôt fait à la Banque populaire suisse à Berne . . .	119,25	15119,25
1893		15154,07	
11 janvier	Solde actif de 1892, en caisse		50,86

revus par le président de la Commission, ont été approuvés par lui, puis par le Comité central de la Société helvétique des sciences naturelles et par le Département fédéral de l'intérieur.

géodésique suisse pour l'exercice de 1892.

1893	Dépenses.	Fr. Cent.	Fr. Cent.
41 janvier	<i>Ingénieurs de la Commission:</i>		
	Traitement de M. le Dr Messerschmitt . . .	4000 —	
	Indemnité de logement, au même . . .	500 —	
	Supplément pour frais de campagne, au même	850 —	
	Frais pour aides, calculateurs, transports, frais de station, au même	4432,44	
	Traitement de M. le Dr Hilfiker	780 —	
	Dépenses du même	94,60	10654,01
	Frais de Nivellement en 1892:		
	(Bureau topographique)		2500 —
	Publication des livraisons 9 et 10 du Nivellement de précision (M. Autran). . .		91 —
	Instruments et matériel (pendule Nardin) .		816,25
	Séance de la Commission à Berne		292 —
	Contributions pour 1891 et 1892 à l'Association géodésique et au Bureau international		564,30
	Menues dépenses des membres de la Commission		47,65
	Frais de bureau et frais d'assurance (Cie d'assurance « Zürich »)		138 —
	Total		45103,24
	Solde actif à nouveau		50,86
			45154,07

M. *Lochmann* ajoute que, en raison du faible solde disponible, il a dû demander au Département de l'Intérieur, dès le commencement de cette année, un à compte de fr. 5000 sur l'allocation fédérale, sur lequel il a été dépensé jusqu'à ce jour une somme de fr. 1354,15 se décomposant comme suit :

A M. Messerschmitt, solde de dépenses pour le quatrième trimestre de 1892	Fr. 103,15
Au même, traitement et indemnité de logement pour le premier trimestre de 1893	» 1125 —
Au Bureau topographique, pour cartes	» 40,10
A Attinger frères, pour le procès-verbal de la séance de 1892	» 85,90
	Fr. 1354,15

Les recettes s'élèvent à Fr. 5050,86

Il reste donc en caisse. » 3696,71

et si l'on y ajoute 10 000 fr., complément de l'allocation fédérale, la Commission dispose encore, pour l'exercice courant, d'une somme de fr. 13 696,71.

La Commission remercie M. le colonel *Lochmann* pour sa gestion financière. Elle renvoie à la fin de la séance l'établissement du budget définitif pour l'année courante et du budget provisoire pour 1894.

II. NIVELLEMENT DE PRÉCISION.

M. le colonel *Lochmann* donne un bref aperçu des travaux exécutés en 1892. — La ligne la Chaux-de-Fonds-Morteau a été nivelée à nouveau, sur la demande de M. Hirsch, ainsi que la ligne Delémont-Delle. Dans la vallée

de la Broie, M. Straub a opéré avec succès le nivellement de la ligne Neuchâtel-Morat-Payerne-Oron. La clôture à Oron donne une différence de 20^{mm} sur une longueur de 53 km. Il n'a pas été possible de faire la vérification de la ligne de la Thur; ce travail a été repris cette année par M. Straub.

M. *Hirsch* donne quelques détails complémentaires sur les deux nivellements de contrôle qu'il avait demandés. Celui de la ligne le Locle-Morteau ayant donné une différence trop grande avec l'ancien, on a dû prolonger le nivellement de contrôle jusqu'au repère de la Chaux-de-Fonds. Comme, par rapport à celui-ci, les différences de niveau actuelles s'accordent avec les anciennes, il est certain maintenant que le repère du Locle a été abaissé depuis vingt ans de plusieurs centimètres. Ce fait s'explique peut-être par le sous-sol tourbeux sur lequel est fondé le bâtiment de la poste au Locle, contre lequel est placé le repère. Ce travail de contrôle doit être actuellement considéré comme définitif. — Il en est probablement de même du nivellement de contrôle de la ligne Delémont-Delle. Cependant les résultats de réduction n'étant pas encore complètement connus, il faut attendre avant de conclure que cette jonction avec la France peut être envisagée comme définitive.

M. le colonel *Lochmann* aborde ensuite le sujet de la *Conservation des repères du nivellement de précision suisse*, à propos duquel il a envoyé une circulaire au président et aux membres de la Commission géodésique, circulaire qu'il résume brièvement.

Les nivellements de contrôle et les nivellements de lignes nouvelles, exécutés durant les années dernières par

les ingénieurs du Bureau topographique fédéral, ont fréquemment amené la constatation que des repères du nivellement de précision, dirigé par nos collègues Hirsch et Plantamour, avaient disparu ou avaient subi des avaries. Déjà en 1887, les ingénieurs Autran et Benz, chargés d'un premier travail de revision, avaient constaté un déchet de 10 % dans les cylindres de bronze et de 40 % dans les repères secondaires. Les premiers ont été remplacés et repérés à nouveau, mais pas les repères secondaires. De plus un grand nombre de ces derniers qui subsistent encore ne sont plus certains, parce qu'ils ont pu être déplacés avec les bornes qui les portent, puis remplacés à un niveau différent, sans que le changement puisse être constaté maintenant. Depuis lors il est malheureusement probable que le nombre des repères perdus ou déplacés est encore plus considérable.

Le Bureau topographique fédéral est décidé à prendre toutes les mesures nécessaires pour la conservation d'un travail aussi important pour la Suisse que celui du nivellement de précision. A cet effet, il faut conserver ce qui reste encore des repères primitifs et remplacer ceux qui ont disparu. La Commission géodésique ne peut, ni ne veut se charger d'un travail semblable, qui ne présente pas un caractère scientifique prononcé, mais le Bureau topographique fédéral compte sur son appui financier, lequel lui est absolument nécessaire.

Un premier moyen pour assurer la conservation des repères serait de les placer toujours davantage sous la surveillance des cantons. Après la revision de 1887, la Commission géodésique s'était adressée à la Confédération pour qu'elle prît des mesures conservatrices en faveur des repères. Mais comme la Confédération n'a aucun

moyen d'agir directement dans ce but, elle a dû se contenter de rappeler la chose aux gouvernements cantonaux. Quelques-uns, comprenant l'importance que les repères de nivellement ont pour les travaux publics, ont pris des mesures efficaces, mais la plupart d'entre eux n'ont rien fait.

Le Bureau topographique fédéral est, depuis de longues années, en rapport avec les gouvernements cantonaux pour la conservation des signaux trigonométriques; il a réussi à les y intéresser et a obtenu des règlements de police contre les dégâts et les destructions de signaux. Il cherchera à obtenir l'équivalent pour les repères du nivellement encore existants.

Un second moyen d'assurer la conservation des repères anciens est de placer dans leur voisinage des contre-repères en bronze soigneusement établis et reliés aux repères anciens par un double nivellement de précision. M. Lochmann montre à la Commission les types de repères adoptés par le Bureau topographique, et qui sont de forme cylindrique à tête très légèrement sphérique. Ils serviraient aussi à remplacer les anciens repères disparus.

Puis le colonel Lochmann invite M. Rosenmund à donner des renseignements sur les travaux en voie d'exécution, entrepris d'après un programme qui a été soumis à l'approbation de M. Hirsch.

M. *Rosenmund* expose d'abord que, d'accord avec le bureau hydrométrique fédéral, il a été décidé d'établir, suivant les circonstances, les repères et contre-repères dans des supports à surface horizontale ou à surface verticale. Il n'ignore pas que M. Hirsch est opposé à ce dernier système et préfère les repères horizontaux; mais les repères verticaux ont été désirés par le Bureau fédéral

d'inspection des travaux publics (*Bauinspectorat*) et il y a tel cas, comme dans les parois de rochers, où ils sont préférables.

Puis M. Rosenmund donne les détails suivants sur les résultats obtenus sur la ligne Berne-Lausanne : les repères de premier ordre sont tous intacts, sauf à Berne même. Parmi les repères secondaires, on peut en compter 41 % de bons et même 48 % en y ajoutant ceux qui semblent douteux et demandent à être encore vérifiés. Il a été placé sur cette ligne trente-trois repères nouveaux, dont douze horizontaux et vingt-un verticaux dans la roche. Il est à remarquer que beaucoup d'anciens repères subsistants sont mal placés et disparaîtront forcément si l'on établit la deuxième voie du chemin de fer.

M. *Hirsch* a été très heureux de l'initiative prise par le colonel Lochmann, d'autant plus qu'il envisage comme terminée sa direction personnelle du nivellement de précision de la Suisse. Le travail de repérage entrepris par le Bureau topographique est absolument nécessaire, principalement pour les points de premier ordre. M. *Hirsch* est d'accord avec le Bureau topographique sur tous les sujets principaux et n'est point un adversaire absolu des repères placés avec la tête verticale. Il estime cependant que le type adopté par le Bureau topographique n'est pas heureux pour être placé contre des parois verticales. La mire ne peut reposer avec sécurité, par son bouton terminal à calotte sphérique, sur une surface cylindrique. Il préférerait couper la surface cylindrique supérieure de façon à obtenir une surface plane sur laquelle pourrait reposer la mire. Puis il désirerait que la partie saillante du repère fût un peu plus longue.

M. *Rosenmund* répond que plus les repères font

saillie, plus ils sont facilement exposés aux dégradations. Dans la pratique, la surface cylindrique supérieure des repères placés contre des parois verticales ne présente aucun inconvénient. On place sur ces repères, non le bouton terminal de la mire, mais la plaque de base horizontale. Elle repose un peu excentriquement, mais il ne croit pas que cela puisse être une source d'erreurs.

M. *Hirsch* redoute au contraire qu'il en résulte des erreurs sensibles, car il peut fort bien arriver que la plaque de base ne soit pas exactement perpendiculaire à l'axe de la mire elle-même et qu'elle ne présente pas une surface suffisamment plane. Enfin il fait observer qu'avec ces repères et la mire presque adossée à un mur, l'aide sera très mal placé pour la tenir verticale dans deux plans perpendiculaires.

M. *Gautier* voudrait aussi qu'on modifiât le type des repères lorsqu'on les place contre des parois verticales et les préférerait avec une surface supérieure horizontale. Il voit aussi un inconvénient à ce que le maniement de la mire ne soit pas identique dans le cas des repères horizontaux et verticaux. Il peut facilement en résulter des erreurs.

M. *Rebstein* a eu l'occasion d'employer des repères verticaux à surface supérieure plane, genre *console*, mais il préfère le type *boulon* adopté par le Bureau topographique. Les repères du nivellement serviront à une foule d'usages pratiques et, pour ces travaux, qui n'exigent pas de mires perfectionnées, les repères verticaux à surface supérieure cylindrique ne présentent aucun inconvénient. M. Rebstein est d'avis de s'en remettre complètement au Bureau topographique. Celui-ci pourrait faire exécuter des mensurations par plusieurs expérimentateurs pour s'as-

surer des avantages et inconvénients des différents systèmes en discussion. Il devrait aussi faire exactement vérifier les plaques de base de la mire. Enfin M. Rebstein propose que, pour les repères de premier ordre placés contre des parois verticales, on trace un trait horizontal sur la tête du repère.

M. *Hirsch* ne retire aucune des objections qu'il a faites, mais, pour ne pas prolonger les débats, il demande que, *autant que possible*, on ne place que des repères horizontaux.

M. *Wolf*, Président, remercie aussi le colonel *Lochmann* de l'initiative qu'il a prise pour la sauvegarde d'un travail aussi important que le nivellement de précision et le prie de tenir compte de toutes les observations qui viennent d'être faites.

M. le colonel *Lochmann* est très reconnaissant à ses collègues de toutes les remarques qu'ils ont faites. Le Bureau topographique en tiendra compte et s'efforcera de faire pour le mieux.

Abordant ensuite le côté financier de la question, le colonel *Lochmann* expose que, pour exécuter le double travail d'assurer les anciens nivellements et d'en faire de nouveaux, le Bureau topographique devra employer constamment deux ingénieurs au lieu d'un, d'où une augmentation considérable de frais. Avec son budget actuel, le Bureau ne peut y faire face. La Direction du Bureau fédéral d'inspection des travaux publics s'est engagée à augmenter son allocation au Bureau topographique. Celui-ci demande aussi à la Commission géodésique de lui augmenter la sienne et de la porter de 2500 à 3000 fr. Si elle consent à cette augmentation, le Bureau topographique pourra aller de l'avant.

Une nouvelle source de dépenses provient aussi de la demande du Bureau central météorologique de Zurich de relier par un nivellement toutes les stations météorologiques de la Suisse. Ce serait certainement très utile, mais cette opération coûterait environ 25 000 fr. Le Bureau de Zurich n'a pas répondu à une demande d'allocation de 2000 fr. par an, qui permettrait au Bureau topographique de faire ce travail. D'autre part, il ne demande pas un nivellement bien exact, mais seulement à un décimètre près. Or il ne convient pas que nous fassions des nivellements au rabais. M. Lochmann est d'avis que l'on fasse les nivellements demandés lorsque les stations météorologiques ne sont pas à plus d'un kilomètre de la ligne principale du nivellement.

M. *Hirsch* est d'accord en ce qui concerne l'augmentation de l'allocation à 3000 fr. Il fait observer cependant que les nivellements que l'on entreprend actuellement n'ont plus un but scientifique poursuivi par la Commission géodésique, mais un but pratique dans l'intérêt de diverses administrations, des chemins de fer, etc. Il ne serait donc que juste que ces administrations participassent aux frais dans une plus forte proportion que la Commission géodésique.

M. *Rebstein* est d'un avis conforme, mais ne voudrait pas trop engager l'avenir. Il votera l'allocation de 3000 fr. pour l'année courante. La demande du Bureau central météorologique ne lui paraît point inacceptable. On pourrait faire les nivellements demandés lorsque la distance ne dépasse pas quelques kilomètres. Il est absolument d'accord sur ce que la Commission géodésique ne peut accepter de faire des nivellements approchés, mais ce qu'elle ne peut pas faire, les ingénieurs du Bureau topo-

graphique peuvent se le permettre sans inconvénient.

Le colonel *Lochmann* se déclare d'accord, à condition que la distance à niveler n'excède pas cinq à six kilomètres.

La *Commission géodésique* vote à l'unanimité de porter à 3000 fr. l'allocation pour frais de nivellements au budget de l'année courante et au budget provisoire de l'année 1894.

M. *Rosenmund* annonce à la Commission que la nouvelle mire n° 3, construite en 1890, a subi des changements sensibles depuis l'année 1891. Elle s'est courbée et, de plus, retirée de trois millimètres. Elle n'a pas été construite avec du bois de bonne qualité et M. *Rosenmund* demande l'autorisation d'utiliser les anciennes mires pour en faire de nouvelles.

M. *Hirsch* s'y oppose; les anciennes mires doivent être conservées comme documents, mais il propose d'en faire construire de nouvelles avec tous les soins nécessaires.

La *Commission géodésique* vote la construction de deux nouvelles mires.

III. TRAVAUX GÉODÉSIQUES

M. *Rebstein* ne donne qu'un bref aperçu du rapport détaillé de M. *Messerschmitt*, ingénieur de la Commission, ce rapport ayant déjà circulé auprès des membres de la Commission. Voici le compte rendu sommaire des principaux résultats obtenus.

A. Déterminations astronomiques.

1^o Station de Lägern. — 850^m.

Latitude astronomique	$\varphi = 47^{\circ} 28' 49,0''$
» géodésique	$B = 58,4$
Déviatiou de la verticale . . .	$\varphi - B = -9,4$

Azimut de la direction du Rigi (héliotrope excentrique).

Azimut astronomique	$\alpha = 172^{\circ} 14' 38,2''$
» géodésique	$A = 28,0$
Déviatiou en azimut	$+ 10,2$

Les coordonnées géodésiques se rapportent à la station de Berne.

Il en résulte :

Déviatiou en longitude	$= 13,8$
» du zénith	$\varphi = 13,3$
correspondant à l'azimut	$\alpha = 135,3$ (S-E).

L'attraction est par conséquent presque perpendiculaire à la direction du Jura.

2^o Station du Wiesenberg. — 1000^m.

Latitude astronomique	$\varphi = 47^{\circ} 24' 6,7''$
» géodésique	$B = 13,7$
Déviatiou de la verticale . . .	$\varphi - B = -7,0$

Azimut de la direction Lägern (Pyramide).

» astronomique	$\alpha = 77^{\circ} 8' 51,4''$
» géodésique	$A = 47,4$
Déviatiôn en azimut	$\alpha - A = +4,0$
D'où résultent : Déviatiôn en longitude	$+ 5,5$
» du zénith $\rho =$	$8,0$

correspondant à l'azimut $\alpha = 151,3$ (S.-S.-E.)

ce qui accuse une attraction du Jura presque perpendiculaire à la direction de cette chaîne.

3^e Station de Naye. — 2040^m.

Latitude astronomique	$\varphi = 46^{\circ} 25' 58,5''$
» géodésique	$B = 59,1$
Déviatiôn de la verticale	$\varphi - B = -0,6$

Azimut de la direction Berra (signal)

» astronomique	$\alpha = 30^{\circ} 21' 21,3''$
» géodésique	$A = 37,9$
Déviatiôn en azimut	$-16,6$
Cela donne : Déviatiôn en longitude	$-22,9$
» du zénith $\rho =$	$15,8$

correspondant à l'azimut $\alpha = 267,8$ (W),

ce qui indique une attraction des Alpes situées à l'Est.

4° *Station de Fribourg* (Collège Saint-Michel).

Latitude astronomique	$\varphi =$	46° 48' 30"
» géodésique	$B =$	29"
Déviatiou de la verticale . . .	$\varphi - B =$	+ 1"

La latitude géodésique a été empruntée à l'atlas Siegfried. Elle a été corrigée de + 2",6, correction nécessitée pour toutes les latitudes, parce que la latitude de Berne, adoptée d'après Eschmann pour l'atlas Siegfried, doit subir cette correction d'après la détermination plus récente de Plantamour.

5° *Lausanne* (Université).

Latitude astronomique	$\varphi =$	46° 31' 22"
» géodésique	$B =$	31"
Déviatiou de la verticale . . .	$\varphi - B =$	— 9"

La latitude géodésique de Lausanne a aussi été empruntée à l'atlas Siegfried.

Au reste, les chiffres relatifs à ces deux dernières stations peuvent présenter une incertitude d'environ 2". Ils confirment, d'autre part, les chiffres que l'on obtient par interpolation des résultats obtenus aux autres stations; ils peuvent donc être utilisés comme moyens d'orientation.

B. Observations du pendule.

Elles ont été faites avec le nouveau pendule, système Sterneek, que la Commission géodésique a acquis récem-

ment et que M. Messerschmitt est allé expérimenter à Vienne au printemps avant d'entreprendre la campagne de 1892.

Si l'on adopte pour la pesanteur g , à la Türkenschanze à Vienne, la valeur trouvée par Oppolzer $g = 9,80866$, il en résulte pour la pesanteur dans les stations suisses, les valeurs fournies dans le tableau suivant. Les valeurs observées ont été directement obtenues avec le nouveau pendule. Les valeurs théoriques ont été déterminées par la formule d'Helmert :

$$g = 9^m,7800 (1 + 0,005310 \sin.^2B) \left(1 - \frac{2H}{R}\right)$$

où B représente la latitude, H la hauteur au-dessus de la mer et R le rayon terrestre, en mètres.

Station.	Hauteur. ^m	Valeur		Différence	
		observée. ^m	théorique. ^m	obs. —	théor.
Zurich	466	9,80667	9,80670	—	3
Lägern	850	589	560	+	29
Wettingen	380	686	702	—	16
Wiesen	1000	640	506	+	134
Berne	572	610	599	+	11
Fribourg	630	595	566	+	29
Naye	1987	234	115	+	119
Lausanne	530	615	572	+	43
Genève	405	605	581	+	24

Les mesures exécutées par *Plantamour* avec l'ancien appareil (pendule de Repsold) et réduites d'après les nouvelles constantes fournissent les valeurs suivantes pour la pesanteur g et la longueur du pendule simple L :

Genève	$g = 9,80549^m$	$L = 0,993504^m$	$H = 405^m$
Berne	5495	5045	572
Weissenstein	474	428	1285
Rigi	269	200	1788

Pearce avait obtenu à Genève avec son pendule à réversion :

Genève	$g = 9,80548^m$	$L = 0,993503^m$	$H = 405^m$
--------	-----------------	------------------	-------------

Le Dr *Messerschmitt* avait précédemment aussi obtenu pour l'Observatoire de Zurich, avec le pendule de Repsold :

Zurich (Observatoire)	$g = 9,80675^m$	$L = 0,993632^m$	$H = 468^m$
-----------------------	-----------------	------------------	-------------

On obtient ainsi, pour les trois Observatoires de Genève, Berne et Zurich, où des mesures ont été faites avec le nouveau pendule, le tableau suivant des différences des valeurs de la pesanteur, exprimées en unité de la 5^{me} décimale :

Observatoire.	Valeur absolue — valeur théorique.	Valeur absolue — valeur relative rapportée à Vienne.
Genève	— 32	— 56
Berne	— 49	— 60
Zurich	+ 5	+ 8

Les écarts entre les différentes déterminations absolues sont forts, mais ce n'est point un cas isolé et M. de Sterneck en trouve de tout aussi forts pour Vienne. D'après une récente communication, M. de Sterneck trouve, pour la longueur du pendule simple, à Vienne, en rangeant les déterminations en trois groupes :

$$L = 993,758^{\text{mm}} \text{ (5 déterminations),}$$

$$803 \text{ (3 »)},$$

$$834 \text{ (4 »)}.$$

Si l'on y joint les trois valeurs suisses, en les réduisant à la latitude et à la hauteur de Vienne (Institut militaire géographique), on peut former quatre groupes, qui donnent les valeurs suivantes :

$$\begin{array}{rcl} L = 993,751^{\text{mm}} & (4 \text{ déterminations}), \\ & 778 \text{ (4 »)}, \\ & 803 \text{ (3 »)}, \\ & 837 \text{ (4 »)}. \end{array}$$

Le dernier groupe renferme les déterminations suivantes : 1^o Oppolzer, Vienne, 1884 ; 2^o v. Orff, Munich, 1877 ; 3^o Defforges, Paris, 1883 ; 4^o Messerschmitt, Zurich, 1892. — Le 2^{me} groupe renferme les déterminations de Plantamour à Genève et à Berne, de Malke à Hambourg (1891) et de Peirce à Berlin (1876).

Pour les travaux géodésiques dans la plupart des stations, M. *Messerschmitt* a eu comme collaborateur M. le Dr *Hilfiker*. M. Messerschmitt a fait toutes les observations de pendule et une partie des observations astronomiques. M. Hilfiker l'autre partie des observations astronomiques, spécialement les déterminations de l'heure.

C. Travaux de bureau et calculs.

La jonction géodésique des stations de Chaumont, de Tête-de-Rang et du Gurnigel est terminée.

Suivant décision prise dans la dernière séance de la Commission, le manuscrit du volume VI des Publications de la Commission géodésique suisse a été préparé par M. Messerschmitt pour l'automne 1892. L'impression a commencé au printemps de cette année. Ce volume com-

prendra une introduction, les observations astronomiques faites aux stations de Berra, du Chasseral, de Naye, de Lüscherz, de Portalban, de Chaumont, de Tête-de-Rang et de Middel et la jonction géodésique des stations de Chaumont et de Tête-de-Rang.

Programme des travaux pour la campagne de 1893.

Avec la station de Naye, les observations dans le méridien de Neuchâtel sont achevées. On peut aussi considérer les opérations comme terminées dans les environs de Berne. Aller plus au Sud que le Gurnigel n'est pas possible, mais on pourrait compléter les mesures géodésiques au Nord de Berne, dans le méridien de cette station. Les déviations de la verticale sont aussi déterminées depuis Genève jusqu'à Zurich sur tout le plateau suisse. Le rapporteur propose donc d'étendre, pour l'exercice courant, les opérations au Nord du Jura et à l'Est de Zurich. Le programme comprendrait :

1^o Des observations astronomiques aux stations de Bâle (Bernoullianum); Klingnau (aux points géodésiques de Egg et d'Achenberg); Hohentwiel, Hersberg et Hörnli.

2^o Des observations de pendule : *a*) à Munich et à Strasbourg pour opérer la jonction avec les travaux de M. de Sterneek; *b*) aux stations susnommées, où se feront des observations astronomiques; *c*) dans quelques stations intermédiaires; *d*) à Zurich.

M. Messerschmitt demande aussi à la Commission la construction d'un support portatif démontable pour les observations de pendule.

M. le *Président* ayant ouvert la discussion sur les propositions de M. Rebstein, M. *Hirsch* se déclare d'accord en général avec le programme proposé. Il demande que l'on ajoute l'Observatoire de Neuchâtel aux stations où se feront des observations de pendule. La Commission accepte cette adjonction au programme et décide qu'avant de commencer les opérations à Bâle, M. Messerschmitt ira observer le nouveau pendule à l'Observatoire de Neuchâtel.

M. *Hirsch* demande au Président si, comme l'année dernière, on n'emploiera pas M. Hilfiker pour les travaux astronomiques. Il regretterait que la Commission se privât de la collaboration d'un observateur aussi qualifié.

M. le *Président* répond que l'état des finances de la Commission empêchera probablement d'utiliser les services de M. Hilfiker, qui est d'ailleurs employé actuellement au Bureau topographique.

Sur la proposition de M. *Gautier*, la Commission décide que, si le budget le permet, M. Hilfiker sera appelé à coopérer aux travaux astronomiques de l'année courante.

La Commission décide aussi que, si ses finances le lui permettent, elle fera construire le support portatif demandé par M. Messerschmitt pour le pendule.

M. *Hirsch* donne à la Commission quelques renseignements sur l'état d'avancement des travaux de M. *Léon DuPasquier*, qui a bien voulu se charger du calcul de l'attraction des masses visibles sur le fil à plomb dans les régions du méridien de Neuchâtel, où la Commission a fait déterminer les déviations de la verticale.

M. DuPasquier a commencé l'étude des terrains pour

déterminer la densité moyenne des masses superficielles. Cette étude est près d'être terminée.

Les nouvelles cartes à courbes de niveau au $1/200000$ n'étant pas encore prêtes, M. DuPasquier, d'accord avec M. le colonel Lochmann, a utilisé les cartes actuellement disponibles. Les résultats qu'il a ainsi obtenus ont par suite un caractère plutôt provisoire, mais il les considère comme très approchés déjà. Une fois les cartes en préparation suffisamment avancées, le travail pourra être contrôlé et corrigé suivant les besoins.

IV. RAPPORT DE M. HIRSCH SUR LA CONFÉRENCE GÉNÉRALE DE BRUXELLES.

Le fait prépondérant de la Conférence de Bruxelles est le résultat de l'expédition à Honolulu, qui confirme absolument ceux d'Europe et de Washington, et qui met hors de doute qu'il s'agit réellement d'un mouvement de l'axe dans le corps du globe terrestre. Les observations de M. *Marcuse* donnent, d'après le travail de réduction fait au Bureau central par M. le Dr Albrecht, pour la variation annuelle de la latitude :

$$0,53 \pm 0,05 ; \text{ Période probable } 385 \text{ jours}$$

(voir les courbes sur les planches 6 et 7 des Comptes Rendus de la Conférence de Bruxelles).

Toutefois, M. *Cornu* a essayé d'expliquer toutes les variations de la latitude observées, par des erreurs systématiques causées, soit par l'influence des températures sur les niveaux et les lunettes, soit par des réfractions

irrégulières. On lui a répondu que la méthode Horrebow-Talcott élimine précisément ces erreurs systématiques par le retournement de la lunette et des niveaux; qu'à Pulkowa on a employé une méthode toute différente, celle des passages au premier vertical; que les époques des minima et des maxima sont, pour les latitudes, les mêmes en Europe qu'à Honolulu, ce qui n'est nullement le cas pour les températures; enfin que l'erreur probable des résultats est en tout cas inférieure à $0''.1$, tandis que la variation des latitudes est plus grande que $0''.5$.

M. Defforges a proposé de remplacer dans ces recherches les niveaux par l'emploi combiné des observations directes et des observations par réflexion au moyen de deux lunettes fixées invariablement à l'axe de l'instrument, sous l'angle voulu.

Quant à la continuation de ces études, il a été décidé, après discussion, de renvoyer à plus tard *l'organisation d'un service spécial des latitudes dans quatre stations situées sous le même parallèle*, pour laquelle il faudra demander aux gouvernements des ressources spéciales, et de se borner, pour le moment, à centraliser et à publier les mesures faites dans les Observatoires qui s'intéressent à ces recherches.

Parmi les nombreux *rapports spéciaux*, très étendus, qui ont été présentés, il convient de citer :

Celui de M. Ferrero sur les *Triangulations*, dans lequel le savant général a continué surtout ses études intéressantes sur les erreurs d'angles et de côtés des triangulations. La moyenne des erreurs de clôture des triangles de premier ordre est suivant lui $= \pm 1''.1$.

Le rapport de M. Bassot sur les *Bases*, duquel résulte que les réseaux des différents pays limitrophes s'accordent

toujours mieux, à mesure qu'on vérifie en plus grand nombre, à Breteuil, les étalons qui ont été employés dans les différents États; il serait surtout désirable qu'on fît cette vérification aussi pour les étalons de l'Autriche (ce qui aura lieu prochainement) et de la Russie.

A propos des bases, M. Hirsch tient à mentionner une communication de M. Helmert, au nom de MM. *Mendenhall* et *Woodward*, sur un nouvel appareil expérimenté en Amérique pour mesurer les bases, les règles étant placées dans la glace, et qui donnerait comme erreur de la mensuration $\frac{1}{10\,000\,000}$. On a fait l'observation fondée que cette précision exagérée se perdrait nécessairement par les triangulations et qu'en outre, dans les pays chauds, il serait difficile d'employer cette méthode.

Le rapport de M. *von Kalmár* sur les *Nivellements*, tout en constatant un développement réjouissant de ces opérations (13 000 km.), s'occupe essentiellement des variations des mires, sur lesquelles il donne de nombreux détails numériques présentant des différences très notables d'un pays à l'autre. Après discussion, on a chargé le Bureau central de faire des recherches sur le *coefficient de dilatation du sapin*, dont les valeurs indiquées varient entre 0,0000035 et 0,000009, ainsi que sur la question de savoir si la dilatation des mires dépend de l'humidité relative ou de la tension de la vapeur.

Le rapport de M. *Helmert* sur les *Déviationes de la verticale* contient des aperçus intéressants : il mentionne les résultats obtenus dans le méridien de Neuchâtel, qui, d'accord avec ceux que M. von Sterneck a recueillis sur le col du Brenner, entre Munich et Mantoue, trahissent, comme M. Hirsch l'a relevé dans les dernières séances de la Commission, l'existence de vides relatifs sous la chaîne des Al-

pes¹. Les géodésiens anglais sont arrivés à la même conclusion pour les défauts de masse sous l'Himalaya. Quant aux déviations en longitude, sous le 52^e degré de latitude, les observations s'accordent mieux avec l'ellipsoïde de Bessel qu'avec celui de Clarke ; on y reconnaît l'attraction des masses continentales. Dans l'Inde, les ellipsoïdes de Bessel, Clarke et Everest s'accordent également.

Parmi les rapports de M. *Helmert*, M. *Hirsch* cite le tableau schématique que le Directeur du Bureau central a donné sur l'état actuel des quatre principaux arcs méridiens de l'Europe, tableau qui est mis sous les yeux de la Commission (voir Comptes Rendus de Bruxelles, p. 51).

L'arc anglais-français-espagnol a une amplitude de $28 \frac{1}{2}^{\circ}$.

• L'arc de l'Europe centrale, passant par le Brocken, a une amplitude de 31° .

L'arc de l'Europe centrale, passant par Vienne, a une amplitude de $32 \frac{1}{2}^{\circ}$.

L'arc scandinave-russe a une amplitude de 26° .

M. *Hirsch* n'entre pas dans le détail des nombreux rapports présentés sur les travaux exécutés dans tous les pays de l'Association. Il relève seulement, dans celui sur les travaux néerlandais, la proposition de M. *Schols* approuvée par la Conférence, qui dit : « Afin de prévenir la perte des centres de stations, il est désirable de fixer le plus tôt possible, pour les stations formées par des clochers, la position du centre au moyen de repères placés au pied des clochers ».

Conformément à une décision antérieure, la Conférence

¹ M. von *Sterneck* trouve, pour le géoïde tangent à Munich, une élévation de 5 mètres, tandis que l'attraction des Alpes devrait donner 43 mètres.

a voté un crédit de 4000 marks en faveur de la création à Breteuil d'une station centrale pour la comparaison des appareils de pendule ; M. Hirsch ajoute à ce renseignement que, dans sa dernière session, le Comité international des poids et mesures a accepté, dans ces conditions, l'établissement de cette utile institution.

Sans vouloir entrer dans des détails d'administration ou de finances, car le rapport spécial financier adressé aux gouvernements a été communiqué aussi à tous les délégués, le rapporteur mentionne le fait que la Conférence a de nouveau diminué, par suite de l'entrée de nouveaux États, de 10 % les contributions annuelles, en sorte que celle de la Suisse n'est plus que de 240 fr.

Enfin, M. Hirsch tient à rendre compte à la Commission de l'interminable *question du niveau fondamental pour les altitudes de l'Europe* :

Le nouveau rapport qu'on avait demandé au Bureau central conclut encore négativement, dans ce sens qu'en raison de l'incertitude encore trop grande des nivellements sur des parcours très étendus, chaque pays devrait conserver son horizon fondamental propre.

Comme il était facile de comprendre que, dans cette question, les considérations de rivalités nationales l'emportaient, surtout pour deux des grands pays, sur les arguments et les besoins scientifiques, il a modifié sa première proposition faite à la Conférence de Rome, dans ce sens :

d'établir d'abord le niveau moyen de tous les ports de chaque côte où existent des maréographes ou des échelles ;

de rechercher, pour un point central et convenablement choisi au milieu du continent, si possible en pays neutre, sa hauteur par rapport au niveau moyen de toutes ces mers ;

de définir enfin le niveau fondamental hypsométrique par la hauteur de ce point central, diminuée de la moyenne des différences de niveau qu'on aura trouvées entre ce point et les différentes mers.

Après discussion, et sur la proposition de MM. Ferrero et Hirsch, la Conférence a décidé de nommer une Commission spéciale de cinq membres, composée de MM. van Diesen, Hirsch, von Kalmár, Lallemand et Morsbach, chargée d'étudier les deux questions suivantes :

1. A quelles conditions doit satisfaire le niveau fondamental des altitudes européennes ?

2. Quels sont les points de l'Europe qui répondent le mieux à ces conditions de repère fondamental ?

Il faut espérer que cette Commission sera en mesure de présenter son rapport dans la prochaine réunion.

M. *Hirsch* annonce ensuite que la Commission permanente de l'Association géodésique a exprimé, à Bruxelles, le désir de se réunir cette année en Suisse. A cet effet, les démarches nécessaires ont été faites, officieusement, par notre collègue, M. Gautier, auprès des autorités genevoises qui se sont déclarées prêtes à recevoir la Commission permanente. Celle-ci a accepté à l'unanimité de siéger l'été prochain à Genève depuis le 11 septembre.

M. *Gautier* exprime le désir de voir tous ses collègues de la Commission géodésique suisse venir à Genève, en septembre prochain, pour lui aider à recevoir dignement la Commission permanente, laquelle s'est déjà réunie au même endroit en 1879 du vivant du regretté Plantamour.

V. BUDGETS.

En raison des décisions prises par la Commission, le budget provisoire pour 1893, arrêté l'année dernière, subit quelques modifications. L'augmentation de 500 fr. au crédit pour « frais de nivellement » amène une diminution égale au crédit pour frais d'impression. La diminution du chiffre de la contribution annuelle à l'Association géodésique internationale permet d'augmenter d'autant le poste « imprévu ».

Sur la proposition du *Président* et du colonel *Lochmann*, la Commission adopte sous la forme suivante le budget rectifié pour 1893 et un projet de budget provisoire pour 1894 :

BUDGET RECTIFIÉ POUR 1893.

Recettes.

Solde actif de 1892	Fr.	50,86
Allocation fédérale pour 1893	»	15 000 —
	<u>Fr.</u>	<u>15 050,86</u>

Dépenses.

Traitement de l'ingénieur.	Fr.	4000 —
Indemnité de logement au même	»	500 —
Frais de voyage et de bureau de l'ingénieur	»	1500 —
Frais des stations astronomiques et des stations de pendule.	»	2000 —
Frais de nivellements	»	3000 —
A reporter.	<u>Fr.</u>	<u>11 000,—</u>

Report.	Fr. 11000 —
Acquisition et réparation d'instruments	» 500 —
Frais d'impression	» 2000 —
Séances de la Commission suisse et de la Commission permanente internationale (1892 et 1893)	» 1000 —
Contribution annuelle à l'Association géo- désique internationale pour 1893	» 240 —
Imprévu et divers	» 310,86
	Fr. 15 050,86

BUDGET PROVISOIRE POUR 1894.

Recettes.

Allocation fédérale pour 1894	Fr. 15 000
---	------------

Dépenses.

Traitement de l'ingénieur.	Fr. 4000 —
Indemnité de logement au même	» 500 —
Frais de voyage et de bureau de l'ingénieur.	» 1500 —
Frais des stations astronomiques	» 2000 —
Frais de nivellements	» 3000 —
Acquisition et réparation d'instruments	» 500 —
Frais d'impression	» 2000 —
Séances de la Commission suisse et de la Commission permanente internationale.	» 1000 —
Contribution annuelle à l'Association géo- désique internationale pour 1894	» 240 —
Imprévu et divers	» 260 —
	Fr. 15 000 —

VI. AFFAIRES ADMINISTRATIVES.

M. le *Président* rappelle que la regrettable décision prise par notre collègue, M. Hirsch, de renoncer aux fonctions de secrétaire, change le siège du secrétariat dont M. Gautier est actuellement chargé. Le *Président* propose cependant de conserver MM. Attinger frères comme imprimeurs, quoiqu'ils résident à Neuchâtel et M. Gautier à Genève.

M. *Gautier* se déclare d'accord, au moins à titre d'essai, et s'efforcera de rédiger le procès-verbal dans le même esprit que son prédécesseur.

M. *Hirsch* propose qu'on continue comme jusqu'à présent à publier les procès-verbaux sous forme d'annexe aux Bulletins de la Société des sciences naturelles de Neuchâtel; le tirage à part, destiné à ce but, se faisant aux frais de la Société neuchâteloise, qui a ainsi publié dans ses Bulletins toute la série de nos procès-verbaux dès l'origine.

La Commission se déclare d'accord.

M. le *Président* communique à la Commission une lettre du Département fédéral de l'Intérieur, qui lui a été transmise par le Comité central de la Société helvétique des sciences naturelles, pour lui annoncer le vote de l'allocation annuelle de 15 000 fr. Cette lettre lui transmet en même temps une demande de la Commission du budget du Conseil des États, tendant à obtenir un rapport spécial sur les travaux de nivellement qui restent encore à exécuter en Suisse.

M. le colonel *Lochmann* se chargera volontiers de faire cet exposé. Mais il estime que cela ne suffit pas. — Le

moment lui semble venu de résumer dans un rapport spécial l'ensemble des travaux exécutés en Suisse par la Commission géodésique depuis l'origine jusqu'à aujourd'hui, et il soumet cette idée à ses collègues.

M. *Hirsch* approuve la proposition de M. *Lochmann* et voudrait que M. *Wolf*, notre président, se chargeât de cet exposé historique.

M. *Rebstein* est absolument d'accord et offre sa collaboration pour une partie du travail. Il exprime le désir de voir ce rapport imprimé, soit séparément, soit comme annexe au procès-verbal de la séance.

M. *Wolf*, président, partage également l'avis du colonel *Lochmann*. Il accepte l'offre faite par MM. *Lochmann* et *Rebstein* et demande à M. *Hirsch* de bien vouloir se charger de la partie du travail relatant les rapports de la Commission géodésique suisse avec l'Association géodésique aux différentes époques. M. *Hirsch* ayant accédé à cette demande, sous réserve de l'état de sa santé, la Commission géodésique décide, sur la proposition du Président, de publier, comme annexe au procès-verbal de cette séance et, si possible, en même temps, un exposé historique de l'activité de la Commission géodésique Suisse, exposé qui comprendra : 1^o un rapport de M. *Hirsch* sur les relations de la Commission avec l'Association géodésique ; 2^o un rapport de M. *Lochmann* sur les travaux de nivellement ; 3^o un rapport de M. *Rebstein* sur les travaux géodésiques. Ces rapports seront adressés au Président et publiés par ses soins, avec l'assistance du Secrétaire de la Commission.

La séance est levée à 4 heures et quart.

Le Secrétaire,

R. GAUTIER.

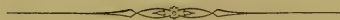
Le Président,

R. WOLF.

EXPOSÉ HISTORIQUE DES TRAVAUX
DE LA
COMMISSION GÉODÉSIQUE SUISSE
DE 1862 A 1892

PUBLIÉ COMME

Annexe au Procès-verbal de la 36^e séance
de la Commission.



EXPOSÉ HISTORIQUE DES TRAVAUX
DE LA
COMMISSION GÉODÉSIQUE SUISSE
DE 1862 A 1892

Conformément à la décision prise par la Commission géodésique suisse dans sa séance du 7 mai 1893, son Bureau s'est occupé de rassembler les matériaux d'un *exposé historique des travaux exécutés par la Commission* pour satisfaire aux engagements pris par la Suisse envers l'Association pour la mesure des degrés en Europe, devenue plus tard l'Association géodésique internationale. Les documents utilisés sont, d'une part, les procès-verbaux des trente-six séances tenues par la Commission de 1862 à 1893, les publications de la Commission géodésique suisse, dont nous donnons ci-après un tableau, et spécialement l'œuvre capitale de notre président, M. le professeur R. Wolf, *Geschichte der Vermessungen in der Schweiz*, qui sert en quelque sorte d'introduction à ces publications et en rehausse la valeur; d'autre part, les rapports qui ont été remis par M. le colonel Lochmann sur les nivellements et par M. le professeur Rebstein sur les travaux géodésiques et astronomiques et quelques publications récentes¹. En terminant la rédaction de ces quelques

1. Dr J.-B. Messerschmitt, ingénieur de la Commission géodésique suisse, *Die wichtigsten Beziehungen zwischen Geologie und Geodäsie*, Zurich, 1893. — Le même, *Lothabweichungen in der Westschweiz*, *Astron. Nachrichten*, vol. 433, p. 345.

pages, le secrétaire-rapporteur se fait un devoir et un plaisir d'exprimer à ses collègues, et surtout à son vénéré président, ses sincères remerciements pour l'appui qu'ils lui ont prêté dans la préparation de ce compte-rendu de l'activité de la Commission géodésique suisse.

Liste des Publications de la Commission géodésique suisse.

Geschichte der Vermessungen in der Schweiz, als historische Einleitung zu den Arbeiten der schweizerischen geodätischen Commission, bearbeitet von R. WOLF. — Mit einem Titelbilde. — Zurich, 1879.

Das Schweizerische Dreiecknetz, herausgegeben von der schweizerischen geodätischen Commission, in sechs Bänden :

I. Band. *Die Winkelmessungen und Stationsausgleichungen*. Zurich, 1881.

II. Band. *Die Netzausgleichung und die Anschlussnetze der Sternwarten und astronomischen Punkte*. Zurich, 1885.

III. Band. *La mensuration des bases*, par A. HIRSCH et J. DUMUR. Lausanne, 1888.

IV. Band. *Die Anschlussnetze der Grundlinien*. Zurich, 1889.

V. Band. *Astronomische Beobachtungen im Tessiner Basisnetze; auf Gäbris und Simplon; definitive Dreiecksseitenlängen; geographische Coordinaten*. Zurich, 1890.

VI. Band (en cours de publication). *Lothabweichungen in der Westschweiz*. Zurich, 1894.

Nivellement de Précision de la Suisse, exécuté sous la direction de A. HIRSCH et E. PLANTAMOUR.

Vol. I. Livraison I	Genève et Bâle	1867
» II	»	1868
» III	»	1870
» IV	»	1873
» V	»	1874
» VI	»	1877
» VII	»	1880
» VIII	»	1883
» IX	»	1891
Vol. II. » X	»	1894

Détermination télégraphique de la différence de longitude entre :

- les Observatoires de *Genève* et de *Neuchâtel*, par E. PLANTAMOUR et A. HIRSCH. Genève et Bâle, 1864, avec quatre planches.
- la station astronomique du *Rigi-Kulm* et les Observatoires de *Zurich* et de *Neuchâtel*, par E. PLANTAMOUR, R. WOLF et A. HIRSCH. Genève et Bâle, 1871, avec trois planches.
- des stations suisses : I. entre la station astronomique du *Weissenstein* et l'Observatoire de *Neuchâtel*, en 1868; II. entre l'Observatoire de *Berne* et celui de *Neuchâtel*, en 1869, par E. PLANTAMOUR et A. HIRSCH. Genève et Bâle, 1872, avec une planche.
- la station astronomique du *Simplon* et les Observatoires de *Milan* et de *Neuchâtel*, par E. PLANTAMOUR et A. HIRSCH. Genève et Bâle, 1875.
- l'Observatoire de *Zurich* et les stations astronomiques du *Pfänder* et du *Gäbris*, par E. PLANTAMOUR et R. WOLF. Genève et Bâle, 1877.
- *Genève* et *Strasbourg*, exécutée en 1876 par E. PLAN-

TAMOUR et M. Löw. (Publication faite en commun avec l'Institut géodésique prussien). Genève et Bâle, 1879.
— les Observatoires de *Genève* et de *Bogenhausen*, près *Munich*, exécutée en 1877, par E. PLANTAMOUR, et le Colonel VON ORFF. (Publication faite en commun avec la Commission géodésique bavaroise.) Genève et Bâle, 1879.

Observations faites dans les stations astronomiques suisses : I. *Rigi-Kulm*, II. *Weissenstein*, III. Observatoire de *Berne*, par E. PLANTAMOUR. Genève et Bâle, 1873.

Expériences faites à Genève avec le pendule à réversion, par E. PLANTAMOUR. Genève et Bâle, 1866, avec trois planches.

Nouvelles expériences faites avec le pendule à réversion et détermination de la pesanteur à Genève et au Rigi-Kulm, par E. PLANTAMOUR. Genève et Bâle, 1872.

Recherches expérimentales sur le mouvement simultané d'un pendule et de ses supports, par E. PLANTAMOUR. Genève et Bâle, 1878.

INTRODUCTION

LA COMMISSION GÉODÉSIQUE SUISSE

ET LES RELATIONS OFFICIELLES DE LA SUISSE AVEC
L'ASSOCIATION GÉODÉSIQUE INTERNATIONALE

Jusqu'au milieu du XIX^e siècle, la Suisse ne s'était jamais affirmée comme État lorsqu'il s'était agi d'entreprises scientifiques d'intérêt général. On avait vu, au siècle dernier et au commencement de celui-ci, des Mallet, des Hüssler, des Horner et d'autres, prendre leur part des fatigues, des

succès et aussi des déceptions que procurent les expéditions lointaines pour l'observation d'éclipses, de passages de Vénus ou pour des mesures géodésiques. Mais ce n'est que dans les temps plus rapprochés de nous que l'on vit la Suisse se faire représenter dans des Congrès internationaux et y prendre des engagements. Elle a, entre autres, dès l'origine, collaboré activement à la mesure des degrés en Europe, à tel point que plusieurs des grands États qui nous avoisinent n'ont eu qu'à suivre la voie qu'elle avait tracée, reconnaissant ainsi les mérites de son initiative scientifique. Puisse notre pays conserver longtemps, comme dans le passé, cette honorable situation internationale !

Les mesures géodésiques dont on disposait au commencement de notre siècle, ont permis à plusieurs géomètres, au nombre desquels il faut surtout citer Bessel, d'établir que la Terre peut être considérée comme un ellipsoïde de révolution, aplati aux pôles. Ils ont calculé les dimensions de l'ellipsoïde qui répondent le mieux à l'ensemble de ces mensurations. Mais leurs recherches ont aussi prouvé que, en différents lieux, la figure de la terre diffère sensiblement de cette forme géométrique ; et c'est ainsi que s'est posé le nouveau problème de déterminer toutes ces variations locales, afin d'en déduire la connaissance exacte du sphéroïde terrestre, de ce qu'on est convenu d'appeler le *géôïde*.

Mais, pour résoudre ce problème, il ne suffit pas de mesurer quelques lignes géodésiques à la surface de la terre ; il faut étudier avec soin et en tous sens des espaces considérables de terrain ; et nulle part les conditions ne sont aussi favorables pour cette étude que dans l'Europe centrale. Il n'y a donc rien de surprenant à ce que le plan

élaboré au printemps de l'année 1861, par le général *Baeyer*, l'éminent géodésien prussien, pour utiliser dans ce but les travaux géodésiques des pays du centre de l'Europe, ait été accueilli avec la plus grande faveur par les diverses autorités auxquelles il fut soumis. Le général Baeyer embrassait dans son plan tout l'espace compris entre les parallèles de Palerme et de Christiania et les méridiens de Bonn et de Trunz. Cet espace de terrain était entièrement couvert d'un réseau de triangles et il s'y trouvait plus de trente observatoires ou stations dont la position avait été déterminée astronomiquement. Le général Baeyer proposait de mesurer à nouveau dix arcs de méridiens, un plus grand nombre d'arcs de parallèles, de comparer la courbure des méridiens sur les deux versants des Alpes, afin de rechercher l'influence de cette chaîne de montagnes sur la déviation de la verticale, et de déterminer aussi la courbure des mers, de la Méditerranée et de l'Adriatique au sud, de la mer du Nord et de la Baltique au nord. Dans son idée, la coopération de tous les États de l'Europe centrale pouvait ainsi ouvrir le champ à des recherches scientifiques du plus haut intérêt, recherches que chaque État, pris isolément, n'était pas en mesure d'entreprendre.

Le projet du général Baeyer fut soumis, le 7 juillet 1861, par la légation de Prusse à Berne, au haut Conseil fédéral, qui était invité à prendre sa part de la réalisation de ce programme. Le Département fédéral de l'Intérieur, auquel l'étude de cette affaire avait été renvoyée, la soumit d'abord au jugement du général Dufour, chef du bureau topographique, lequel accueillit le projet d'une manière favorable. Elle fut aussi portée à la connaissance de la Société helvétique des sciences naturelles qui s'en occupa dans sa session de 1861 à Lausanne. Le projet fut sérieusement

discuté par la section de physique de la Société et vivement appuyé par E. Ritter et par M. A. Hirsch. Sur leur proposition, la Société décida, en séance générale, non seulement de donner un préavis favorable à l'accession de la Suisse au programme du général Baeyer, mais de constituer une commission spéciale pour s'occuper de ce travail. Cette Commission, nommée séance tenante, fut composée de M. le professeur *R. Wolf* de Zurich, président, du général *Henri Dufour* et d'*Elie Ritter* de Genève, de M. le professeur *A. Hirsch* de Neuchâtel, et de l'ingénieur *H. Denzler* de Zurich.

La *Commission géodésique suisse* subsiste toujours, elle a tenu jusqu'à ce jour trente-six séances, généralement à l'Observatoire de Neuchâtel. Toutes les fois que le général Dufour y assistait, il occupait le fauteuil en qualité de président d'honneur, mais les charges effectives de la présidence revenaient à M. le professeur Wolf, que ses collègues actuels ont le bonheur de posséder toujours à leur tête. M. le professeur Hirsch a fonctionné comme secrétaire jusqu'en 1892. Ces deux éminents astronomes sont malheureusement les seuls membres fondateurs survivants de la Commission. Élie Ritter mourait déjà en 1862, après avoir consacré les derniers mois de sa vie laborieuse à travailler pour la géodésie suisse. Il fut remplacé par le professeur *Émile Plantamour* de Genève, qui se voua avec ardeur aux travaux que ces fonctions nouvelles lui apportaient. Il fut un collaborateur précieux pour ses collègues de Zurich et de Neuchâtel, et il a largement payé de sa personne et de sa bourse pour mener à bien les entreprises de la Commission. Lors de la retraite du général Dufour, son successeur au Bureau topographique, le *colonel Siegfried* le remplaça aussi au sein de la Commission.

Siegfried lui-même fut remplacé par le *colonel J. Dumur*, auquel succéda plus tard le *colonel J.-J. Lochmann*, le chef actuel du Bureau topographique fédéral. A la mort de Denzler, sa place ne fut pas immédiatement repourvue, mais en 1882, elle fut comblée par la nomination de M. *Rohr*, conseiller d'État à Berne, auquel a succédé en 1888, M. *Rebstein*, professeur à Zurich. Plantamour fut remplacé en 1883 par le *colonel Émile Gautier*, son successeur à la direction de l'Observatoire de Genève, auquel a succédé en 1891, son fils, M. le professeur *Raoul Gautier*, secrétaire actuel de la Commission.

Après avoir pris connaissance de la constitution de la Commission géodésique suisse, le Conseil fédéral lui ouvrit un petit crédit pour ses premières dépenses. Afin d'organiser au plus tôt le travail, le président de la Commission, M. le professeur Wolf, demanda au général Baeyer son avis sur la manière dont les travaux devraient être entrepris en Suisse. Celui-ci répondit, dès la fin de l'année 1861, qu'il distinguait deux catégories de travaux : les travaux purement géodésiques et les travaux astronomiques. Les premiers comprenaient la vérification de la triangulation existante de la Suisse et la jonction des Observatoires suisses au réseau des triangles, par des triangulations secondaires. Les travaux astronomiques comportaient la détermination des coordonnées astronomiques, latitude, longitude et azimut des principales stations suisses, en particulier des Observatoires, et leur raccordement télégraphique en longitude avec quelques stations importantes des réseaux des pays voisins. Le général Baeyer exprimait aussi le désir de voir effectuer des mesures de l'intensité de la pesanteur au moyen du pendule, dans les principales stations.

Ce programme fut développé et mis au point par M. le

professeur Wolf et soumis par lui à l'approbation de la Commission géodésique, réunie pour la première fois le 11 avril 1862 à l'Observatoire de Neuchâtel. Après discussion, le programme fut adopté et la Commission prit la décision de principe suivante : « La Commission se prononce, à l'unanimité, pour la convenance qu'il y aurait à ce que la Suisse s'associe à l'entreprise internationale proposée par le général Baeyer, comme étant d'un grand intérêt pour la science. »

A la suite de cette décision, qui fut ratifiée par le Département fédéral de l'Intérieur, celui-ci proposa les crédits demandés, lesquels furent votés par les Chambres fédérales le 31 janvier 1863. Ces crédits ne furent pas suffisants, et cela pour deux raisons principales : d'abord parce que les travaux furent beaucoup plus longs et difficiles à exécuter sur le terrain, qu'on ne l'avait prévu avant qu'ils fussent commencés ; puis, parce que, peu après, au commencement de l'année 1864, le Département fédéral de l'Intérieur augmenta considérablement le champ d'activité et, par suite, le chapitre des dépenses de la Commission, en la chargeant d'effectuer le *Nivellement de précision de la Suisse*. Enfin, peu après le vote des crédits, le Conseil fédéral décidait, dans sa séance du 18 mars 1863, de communiquer à la légation de Prusse que la Suisse adhérerait officiellement à l'Association pour la mesure des degrés dans l'Europe centrale et que le président de la Commission géodésique suisse, M. le professeur Wolf, recevait pleins pouvoirs pour se mettre en rapports officiels avec le délégué prussien, M. le général Baeyer.

Durant toute la période s'étendant de l'année 1864, où fut définitivement constituée, dans la Conférence tenue à

Berlin, l'Association pour la mesure des degrés dans l'Europe centrale, jusqu'à aujourd'hui, la Suisse ne cessa de cheminer, par les travaux exécutés sur son territoire, au premier rang des États qui en font partie. Rappelons ici que cette Association étendit, dès 1867, son activité à tous les pays de l'Europe par l'adhésion à son programme de la France et de la Russie, et qu'elle prit le nom d'Association pour la mesure des degrés en Europe. Enfin, en 1886, lorsque son champ d'activité s'étendit hors de notre continent, elle se constitua en « Association géodésique internationale ».

Dès l'origine, la Suisse a été représentée au sein de la Commission permanente de l'Association par un des membres de sa Commission géodésique; le Conseil fédéral avait d'abord désigné pour en faire partie, M. *Wolf*, président de la Commission, mais, sur son refus et sur sa recommandation, ce fut M. le professeur *A. Hirsch*, directeur de l'Observatoire de Neuchâtel, qui fut appelé à ces fonctions. M. Hirsch a été longtemps secrétaire de la première Association pour la mesure des degrés en Europe; il est, depuis 1886, secrétaire perpétuel de l'Association géodésique internationale. On trouve dans tous les Comptes-rendus des sessions de la Commission permanente ou des Conférences de l'Association, les rapports annuels qu'il présentait sur l'avancement des travaux géodésiques en Suisse. Trois fois, notre pays a vu se réunir chez lui les Délégués de l'Association géodésique internationale : en 1866 à Neuchâtel, en 1879 et tout récemment, en septembre 1893, à Genève.

Passons maintenant successivement en revue les travaux exécutés par la Commission géodésique suisse pour contribuer à l'œuvre pacifique à laquelle collaborent actuelle-

ment près de trente États, à la poursuite du but scientifique que s'est proposé leur Association : la connaissance exacte de la Figure de la Terre. Nous classerons ces travaux en trois catégories :

I. Triangulation et mesure des bases.

II. Nivellement de précision.

III. Travaux astronomiques, comprenant la détermination des coordonnées astronomiques et les mesures de l'intensité de la pesanteur au moyen du pendule.

I. TRIANGULATION ET MESURE DES BASES

Il s'agissait avant tout pour la Commission géodésique de bien se rendre compte si les travaux précédemment exécutés en Suisse pouvaient servir à l'entreprise nouvelle. Ces travaux avaient été inaugurés au commencement de ce siècle par Finsler, poursuivis par Feer, Horner, Trechsel, Pestalozzi et Studer, avec la collaboration des ingénieurs Buchwalder et Eschmann, et avaient repris une activité nouvelle, depuis 1833, sous l'impulsion du général Dufour. Leurs résultats avaient été publiés par J. Eschmann dans un volume intitulé *Ergebnisse der trigonometrischen Vermessungen in der Schweiz*, Zurich, 1840, et ces travaux ont revêtu une forme bien connue dans la belle carte de la Suisse au $1/100000$, dite carte de l'État-Major, ou carte Dufour.

Le travail de révision fut entrepris par Ritter, qui s'intéressait d'ailleurs particulièrement aux calculs géodésiques. Déjà au mois de janvier 1862, il écrivait à M. Wolf que, d'après son avis, l'ancienne triangulation ne satisfaisait pas aux exigences du but poursuivi par l'Association pour la mesure des degrés en Europe et il concluait à la nécessité d'entreprendre une nouvelle triangulation. Une

maladie, suivie d'une mort prématurée, empêcha que Ritter fût chargé de la direction des calculs géodésiques ; mais la Commission adopta ses conclusions et décida qu'il fallait entreprendre le travail à nouveau, spécialement en ce qui concernait le passage des Alpes. Elle chargea de l'étude détaillée du projet l'ingénieur *H. Denzler* qui se mit immédiatement à l'œuvre et qui lui présenta l'année suivante un plan d'ensemble pour la triangulation, qu'il avait établi avec le plus grand soin et qui reçut la complète approbation du général Baeyer, auquel il avait été communiqué.

Ce plan comportait, pour la **triangulation suisse**, y compris le passage des Alpes entre la Suisse primitive et le canton du Tessin, un total de quarante triangles, avec vingt-neuf sommets, sur lesquels les angles devaient être mesurés. Ces triangles forment un réseau à trois branches émergeant du centre du plateau et se soudant par leurs extrémités aux réseaux des pays voisins. Le raccordement avec les réseaux piémontais et français s'opérait par le côté *Colombier-Trélod* au sud-ouest, avec les réseaux badois et wurtembergeois par les côtés *Feldberg-Lägern* et *Feldberg-Hohentwiel* au nord, avec l'Autriche par le côté *Gäbris-Pfänder* au nord-est et avec la Lombardie par le côté *Ghiridone-Menone* au sud. On ne conservait de l'ancienne triangulation que la valeur du côté *Chasseral-Röthifluh*, qui servait ainsi en quelque sorte de base provisoire, jusqu'à ce que de nouvelles mesures de bases eussent été entreprises. Le plan de Denzler fut adopté par la Commission dans sa deuxième séance, tenue le 1^{er} mars 1863, avec la réserve : « sauf les modifications dont l'exécution du travail démontrera la nécessité ». Denzler fut officiellement chargé du travail de la triangulation ; il devait l'exécuter

lui-même ou diriger les ingénieurs par lesquels il devrait se faire remplacer.

De fait, le plan primitif avait été si bien combiné qu'il ne fut presque pas modifié ; mais son exécution fut beaucoup plus longue et coûteuse qu'on ne l'avait prévu au début. Cela s'explique en partie parce que, sur beaucoup de sommets, les mesures d'angles furent rendues très difficiles par l'altitude et par les circonstances atmosphériques ; d'autre part il y eut des erreurs commises, erreurs de fait et aussi erreurs de méthode, par l'emploi de stations excentriques aux sommets des triangles ; certaines parties du travail durent être complètement refaites ultérieurement. Les ingénieurs qui ont exécuté ces mesures sous la direction de Denzler sont : MM. Kündig, Jacky, l'Hardy, Gelpke, Gysin et Lechner, puis MM. Pfändler, Stambach et Haller. Après la mort de Denzler le travail fut repris par le colonel Siegfried, et c'est sous sa direction que furent entreprises les mensurations supplémentaires, reconnues nécessaires pour soumettre l'ensemble des mesures d'angles à un calcul de compensation rigoureux.

Les résultats de tous ces travaux ont été publiés par la Commission géodésique suisse dans les deux premiers volumes de ses publications.

Le 1^{er} volume, rédigé par M. l'ingénieur *Koppe*, qui avait fait les calculs définitifs, contient le détail de toutes les mesures d'angles et de directions faites aux vingt-neuf stations du réseau suisse et les calculs de compensation spéciaux pour chacune de ces stations.

Le deuxième volume a été rédigé par M. *Scheiblaue*r, collaborateur, puis successeur de M. *Koppe*, dans les fonctions d'Ingénieur en titre de la Commission géodésique suisse. Ce volume renferme d'abord la compensation gé-

nérale du réseau suisse qui fournit, pour la jonction avec les réseaux des pays voisins, des résultats présentant une exactitude très satisfaisante, surtout si l'on considère les difficultés offertes par les mesures dans un pays aussi accidenté que le nôtre. Vient ensuite la publication des réseaux secondaires qui servent à rattacher au réseau principal quelques points astronomiques importants, les Observatoires de Neuchâtel, de Genève et de Zurich et d'autres points où ont été faites des mesures astronomiques dont nous aurons l'occasion de parler plus loin.

Mesure des bases. — Les bases de l'ancien réseau suisse étaient, celle de Zurich, base secondaire, et celle d'Aarberg, base fondamentale, mesurée en 1834 par Eschmann avec l'aide de MM. Wild et Wolf. Le nouveau réseau de triangles comportait trois bases à mesurer, correspondant à la forme générale du réseau : la base d'Aarberg à la racine de la branche occidentale, qui peut être considérée comme base centrale, les bases de *Weinsfelden* à l'extrémité orientale du réseau et celle de *Bellinzona* au bout de sa branche méridionale, qui peuvent être regardées comme mesures de contrôle.

Le compte rendu des mesures de bases est consigné dans le troisième volume des publications de la Commission géodésique suisse, le seul qui ait paru en français et qui a été rédigé par le *colonel J. Dumur* et par M. le professeur *A. Hirsch*.

Toutes les mensurations ont été faites avec l'appareil *Ibañez*, construit en 1864 par MM. Brunner frères à Paris. Sur la demande adressée en mai 1880 par le Conseil fédéral au gouvernement de S. M. le roi d'Espagne, cet appareil fut mis, avec la plus grande obligeance, à la disposition de la

Commission géodésique suisse par son inventeur, le *général Ibañez*, directeur de l'Institut géographique et statistique de Madrid et président de la Commission permanente de l'Association géodésique internationale, lequel poussa la courtoisie jusqu'à venir lui-même faire une double première mesure de la base d'Aarberg avec son personnel. Les deux autres bases ont été mesurées par un personnel choisi par le colonel Dumur parmi les officiers et sous-officiers du Génie suisse. La direction des travaux appartenait au *colonel Dumur* et à MM. *Hirsch* et *Plantamour*. Les détails circonstanciés sur ces mesures sont fournis par le volume précité. Rappelons seulement ici que l'appareil Ibañez repose sur l'emploi d'une seule règle monométallique que l'on fait marcher sur l'alignement de la base, en déterminant les emplacements successifs de ses extrémités, au moyen de repères mobiles armés de microscopes, et bornons notre exposé à quelques indications sur chacune des trois bases et aux résultats obtenus.

La *base d'Aarberg*, située sur la route de Berne à Neuchâtel, est aussi rapprochée que possible de la ligne primitive et classique de Walperswil-Sugiez. Elle est orientée du levant au couchant; son premier terme se trouve au nord du village de Bargaen; le second terme, situé à 2400 mètres plus à l'ouest, précède de 50 mètres environ le premier changement de direction de la route. Une première double mensuration eut lieu, sous la direction du *général Ibañez*, du 22 au 27 août 1880, par le personnel de l'Institut géographique et statistique espagnol. Une troisième mesure de la base eut lieu immédiatement après, sous la direction du colonel Dumur et de M. le professeur A. Hirsch, par un personnel pris dans le Génie suisse et qui avait assisté, dès le commencement ou

du moins en partie, aux opérations de la brigade espagnole. Les calculs furent exécutés sous la direction de M. le Dr Koppe.

La *base de Weinfelden*, située sur la route de Winterthur à Romanshorn, est orientée de l'est-sud-est à l'ouest-nord-ouest. Son extrémité orientale est à environ un kilomètre à l'ouest de la station de Weinfelden et son autre extrémité à environ 500 mètres à l'est de la gare de Märstetten. Elle a été mesurée deux fois de suite, une section trois fois, du 1^{er} au 8 juillet 1881, toujours sous la direction du colonel Dumur et de M. le professeur A. Hirsch. Le personnel qui participa à la mensuration était fourni par le Génie suisse et différait peu de celui qui avait travaillé à la base d'Aarberg l'année précédente. La section des calculateurs était placée sous les ordres du lieutenant C. Bourgeois.

La *base de Bellinzone* se trouve sur la route tendant de cette ville à Lugano entre les villages de Giubiasco et de Cadenazzo. Les termes sont éloignés d'un kilomètre environ de chacune de ces deux localités. Son orientation est à peu près de l'est-nord-est à l'ouest-sud-ouest. Elle a été mesurée deux fois sous la direction du colonel Dumur et du professeur E. Plantamour. Les opérations ont eu lieu du 15 au 23 juillet 1881 avec le concours du même personnel qu'à la base précédente, sauf quelques modifications insignifiantes.

Les *calculs* nécessaires pour déterminer la longueur d'une base se sont faits simultanément avec les opérations de la mensuration proprement dite. Puis il fallut les reviser pour le travail définitif, en utilisant l'équation scientifiquement discutée de la règle Ibañez. Tous ces travaux ont été dirigés par les auteurs du travail, MM. Hirsch et Dumur,

et publiés, comme nous l'avons dit, en 1888. Le résumé en est donné, à la fin de la publication, par les chiffres suivants pour les longueurs des bases, leur erreur probable et l'incertitude exprimée en fraction de la longueur, chiffres qui donnent une exactitude vraiment remarquable, laquelle est tout à l'honneur de l'appareil employé et des opérateurs qui ont travaillé à cette mensuration.

<i>Base.</i>	<i>Longueur.</i>	<i>Erreur probable.</i>	<i>Incertitude.</i>
Aarberg	2400,111 ^{m.}	$\pm 0,9$ ^{mm.}	$\frac{1}{2\,700\,000}$
Weinfelden	2540,335	$\pm 1,3$	$\frac{1}{1\,960\,000}$
Bellinzone	3200,408	$\pm 1,3$	$\frac{1}{2\,460\,000}$

A la mesure des bases se rattachent immédiatement les travaux qui ont paru dans les volumes IV et V des publications de la Commission géodésique, en même temps que d'autres études.

Le volume IV, rédigé par M. *Scheiblauer*, contient les **réseaux de raccordement des bases** au réseau principal et quelques mesures complémentaires exécutées dans le réseau de la base de Weinfelden. — Le volume V comprend un travail de M. *Scheiblauer* sur des observations faites aux *stations tessinoises*, au *Gäbris* et au *Simplon*, et le **calcul définitif des longueurs des côtés des triangles du réseau suisse**, exécuté par M. le Dr *J.-B. Messerschmitt*, qui a succédé à M. *Scheiblauer* dans les fonctions d'ingénieur de la Commission. C'est dans ce dernier volume que se trouvent publiés les résultats définitifs du grand travail de triangulation entrepris par la Commission géodésique suisse.

D'après ce qui a été dit précédemment, les bases sont mesurées avec une exactitude telle que l'incertitude sur leur longueur, réduite à 3 kilomètres, n'est que de un à deux millimètres. En reportant cette erreur sur le côté du triangle le plus voisin, l'incertitude de la longueur de ce côté, estimée en moyenne à 40 kilomètres, est de 20 à 30 millimètres. On peut sans aucune arrière-pensée ne tenir aucun compte de cette cause d'erreur, beaucoup plus faible que celles qui proviennent de la mesure des angles. L'erreur moyenne d'un côté des réseaux secondaires de raccordement des bases au réseau principal, dépendant de la mesure des angles, se chiffre en effet par une incertitude de 13 à 17 centimètres; ce qui fait, pour un côté de 40 kilomètres, un décimètre et demi, soit environ $\frac{1}{300000}$ de la longueur.

L'erreur moyenne d'une mesure d'angle du réseau principal des quarante triangles avait été trouvée, d'après les calculs relatés au volume II, égale à $\pm 0''9$. Cette valeur constitue déjà un grand progrès sur les anciennes mesures de la triangulation précédente dont l'erreur moyenne, d'après Eschmann, était de $\pm 3''$ à $\pm 4''$. Cette erreur, reportée sur la longueur des côtés des triangles, correspond cependant pour la longueur d'un côté de 40 kilomètres à une incertitude de quatre décimètres environ, ce qui fait qu'un côté quelconque du réseau est connu exactement à $\frac{1}{100000}$ près de sa longueur.

Si l'on recherche enfin l'incertitude des plus grandes lignes géodésiques suisses, reliant deux stations à l'extrême nord et à l'extrême sud, ou bien à l'extrême ouest et à l'extrême est, on trouve que ces lignes, qui mesurent de 200 à 400 kilomètres de longueur, sont déterminées avec une approximation de un mètre à un mètre et demi,

soit de $\frac{1}{200000}$ à $\frac{1}{300000}$ de leur longueur totale. C'est là un résultat satisfaisant, et le réseau suisse peut être employé pour tous les besoins de la géodésie moderne. Il servira aussi de base digne de confiance à toutes les entreprises spéciales de triangulation qui seront faites ultérieurement dans notre pays.

II. NIVELLEMENT DE PRÉCISION DE LA SUISSE

Cette entreprise scientifique doit son origine à la question des altitudes absolues de la Suisse, soulevée vers la fin de l'année 1863 par M. le colonel Burnier, de Morges, à l'occasion d'une communication de M. l'ingénieur Michel, de Montpellier, sur le résultat du nivellement français, d'après lequel la cote de la Pierre du Niton à Genève devait être abaissée de 2^m59. Antérieurement déjà, les nivellements exécutés par les différents chemins de fer qui convergent à Bâle avaient donné un résultat analogue, soit un abaissement de 2^m41 de la cote fédérale du point zéro de l'échelle du Rhin à Bâle. L'altitude fondamentale du Chaseral, qui a servi de point de départ pour toutes les hauteurs trigonométriques mesurées par l'état-major fédéral, avait été, au reste, par suite d'une méprise d'Eschmann, cotée trop haut de 0^m97, erreur qui affectait nécessairement toutes les hauteurs suisses. Le moment était venu de reviser tout le réseau hypsométrique suisse, de faire concorder ses différentes parties entre elles et de le relier d'une manière satisfaisante aux réseaux des pays voisins et par suite aux différentes mers. C'est ainsi que, sur un rapport de M. le professeur Ch. Dufour, de Morges, président de la Commission suisse d'hydrométrie, le Département fédéral de

l'Intérieur renvoya la question à la Commission géodésique, après avoir pris l'avis du général Dufour, de l'ingénieur Denzler et du professeur Mousson.

La Commission géodésique, réunie à l'Observatoire de Neuchâtel le 24 avril 1864, y discuta en détail le rapport que M. le professeur Hirsch lui présenta sur cette question et en adopta les conclusions suivantes qui furent approuvées par le Département fédéral de l'Intérieur :

« 1^o Le plan général de comparaison pour tous les nivellements suisses sera celui qui passe par la plaque de bronze de la Pierre du Niton à Genève.

« 2^o Le moment n'étant pas encore venu où l'on pourra corriger avec sûreté les altitudes suisses, et le choix de la mer dont le niveau moyen servira de plan général de comparaison, devant, dans l'intérêt de la science, être réservé à une Commission géodésique internationale, la question des hauteurs absolues reste suspendue pour le moment.

« 3^o La Confédération fera rassembler, comparer et vérifier tous les nivellements qui ont été exécutés pour les chemins de fer suisses.

« 4^o La Confédération fera exécuter un nivellement de précision entre Genève, Bâle, Lucerne et Romanshorn. Le long de ces lignes de nivellement, on établira des points de repère pareils à celui de la Pierre du Niton ; celui de Bâle sera rattaché par nivellement à un repère du réseau français et au nivellement badois ; celui du lac de Constance aux réseaux des États limitrophes ; enfin, à partir de Lucerne, le nivellement sera continué, aussitôt que faire se pourra, jusqu'au canton du Tessin, où il sera rattaché au réseau italien. On comparera partout, le long de la

ligne de nivellement, les anciennes hauteurs trigonométriques aux nouvelles cotes du nivellement ; enfin, on reliera trigonométriquement et par nivellement le Chasseral à une des stations du réseau suisse, ainsi qu'à une station de frontière faisant partie du réseau français. »

La Commission géodésique chargea en même temps M. Hirsch, son représentant à l'Association géodésique, de proposer des mesures analogues à la Conférence qui eut lieu à Berlin au mois de septembre 1864, afin d'obtenir dans toute l'Europe centrale un vaste réseau de nivellement de précision reliant toutes les mers entre elles. Cette proposition fut agréée ; la Conférence de Berlin prit une résolution dans ce sens et décida de choisir ultérieurement, d'après les résultats de l'ensemble des mesures, le plan général de comparaison pour toutes les hauteurs de l'Europe. Peu après, la plupart des pays faisant partie de l'Association géodésique introduisaient les travaux de nivellement dans le programme de leurs opérations. C'est un honneur pour la Suisse d'avoir ainsi provoqué, par son initiative, une entreprise de grande valeur scientifique.

L'année suivante, M. Hirsch soumit à la Commission géodésique, dans sa séance du 18 juin 1865, un rapport détaillé sur le nivellement à entreprendre, sur les appareils, les méthodes d'opération et de calcul et sur le plan de campagne pour l'année 1865. La Commission adopta les conclusions de ce rapport et chargea deux de ses membres, MM. *Hirsch* et *Plantamour*, de la direction des travaux du nivellement ; elle nomma deux ingénieurs, MM. *Benz* et *Schönholzer*, pour exécuter sous leurs ordres les opérations d'après un règlement spécial. Les travaux

commencèrent immédiatement, sous l'inspection directe de MM. Hirsch et Plantamour, sur les lignes voisines de Neuchâtel, reliant le Chasseral à cette ville et à la France. Ils continuèrent les années suivantes.

Les opérations sur le terrain ont été exécutées successivement par MM. les ingénieurs Benz, Schönholzer, Spahn, Redard, Steiger, Kuhn et Autran. Les travaux de réduction et les calculs ont été faits au début, sous l'inspection immédiate de MM. Plantamour et Hirsch, par les aides-astronomes des Observatoires de Genève et de Neuchâtel, MM. Bruderer et Schmidt; puis plus tard, toujours sous la même direction, par les ingénieurs chargés du nivellement, les ingénieurs de la Commission géodésique, ou par quelques autres calculateurs, soit par MM. Schönholzer, Spahn, Gardy, Kuhn, Autran, Benz, Scheiblaue et Messerschmitt.

Le compte rendu détaillé des mesures, des calculs et de quelques études spéciales se rattachant à un travail de cette nature, se trouve consigné dans l'ouvrage intitulé : *Nivellement de précision de la Suisse*, rédigé par MM. Hirsch et Plantamour. Cet ouvrage a paru par livraisons successives, relatant au fur et à mesure les travaux accomplis : les sept premières, de 1867 à 1880, publiées en collaboration par les deux chefs du nivellement; la huitième, publiée par M. Hirsch seul, en 1883, tôt après la mort de Plantamour. Les deux dernières ne parurent qu'en 1891 pour deux motifs principaux. Il fallait d'une part terminer les nivellements de contrôle et ceux qui raccordent le nivellement suisse à ceux des pays voisins : il convenait d'autre part d'attendre que le zéro fondamental des altitudes européennes eût été choisi par l'Association géodésique internationale. Comme ce choix ne pa-

raissait pas près d'aboutir en 1890, M. Hirsch, d'accord avec la Commission géodésique, a fait paraître la fin du travail l'année suivante en deux livraisons : la neuvième livraison contient la compensation des polygones du nivellement ; la dixième renferme le catalogue complet des hauteurs de tous les repères du Nivellement de précision suisse, hauteurs rapportées, encore provisoirement, au zéro des altitudes suisses, soit au repère en bronze de la Pierre du Niton à Genève.

Si l'on prend la moyenne des résultats obtenus par les nivellements de précision des pays voisins pour les repères de la frontière suisse, on peut accepter pour la cote provisoire de la Pierre du Niton, au-dessus du niveau moyen des mers qui baignent l'Europe, la valeur : 373^m.54. Rappelons à ce propos que les différences d'altitude que l'on avait trouvées précédemment entre les diverses mers et l'Océan proviennent en grande partie des erreurs des opérations. Les nivellements de précision exécutés dans les dernières années ne fournissent plus que des différences de niveau très faibles. Il est donc probable que la cote du repère de la Pierre du Niton ne sera pas sensiblement modifiée. Elle ne sera cependant définitive quelorsque l'Association géodésique internationale aura fixé un zéro fondamental pour toutes les hauteurs européennes. Alors, la Commission géodésique suisse n'aura plus qu'à publier un nouveau catalogue fournissant les hauteurs absolues des repères suisses au-dessus de ce zéro fondamental.

Le travail scientifique de la Commission géodésique semble donc achevé en ce qui concerne le nivellement de précision, mais ce n'est pas un motif pour qu'elle s'en désintéresse, loin de là. Pour qu'on puisse s'en ren-

dre compte, résumons brièvement le travail exécuté et voyons ce qui reste à faire.

Tout le plateau suisse est sillonné par des lignes de nivellement qui suivent en général les lignes de chemin de fer ou les grandes voies de communication. Elles relient Genève avec Bâle par Neuchâtel, avec Lucerne et Zurich par Lausanne-Berne-Olten, avec le lac de Constance par Zurich-Frauenfeld-Constance et avec Coire par Zurich-Sargans. Entre ces lignes principales, plusieurs nivellements transversaux, tels que Fribourg-Morat-Neuchâtel, Berne-Bienne, et raccordements avec la France par Genève-Moillesullaz, Nyon-la Cure, et Neuchâtel-le Locle-Morteau. Tout le canton de Neuchâtel est couvert de lignes nivelées pour le raccordement du Chasseral avec le réseau suisse et les repères français. Les raccordements avec l'Allemagne sont nombreux le long du Rhin, de Bâle à Constance ; ceux avec l'Autriche se trouvent à Rheinegg et à Fussach sur le lac de Constance et à Martinsbruck dans la Basse-Engadine.

Les grandes voies de communication alpestres ont aussi été nivelées. Les Alpes ont été passées : en Suisse même, au Brünig, au Grimsel, à la Furka, à l'Oberalp, au Saint-Gothard et au col de la Fluela ; par dessus la frontière, au Simplon, au Splügen et à la Maloja ; avec jonction de ces nivellements aux autres : à Lausanne par la vallée du Rhône, à Berne par la vallée de l'Aar, à Lucerne par la vallée de la Reuss, à Coire et au lac de Constance par la vallée du Rhin, à Zurich le long des lacs de Wallenstadt et de Zurich, à Martinsbruck par l'Engadine. Le raccordement avec les lignes italiennes s'est opéré à Domo d'Ossola, à Chiasso et à Chiavenna et la jonction du Simplon avec le Saint-Gothard, en passant sur territoire italien, de Domo-d'Ossola à Locarno par Canobbio.

C'était la première fois que l'on opérait des nivellements en pays aussi accidenté, et ce travail mérite à cet égard une mention toute spéciale. La plupart des lignes ont été nivelées à double ; quelques-unes seulement une fois, lorsqu'elles ne présentaient pas trop de difficultés, ou lorsque le polygone de nivellement, dont elles faisaient partie, ne donnait qu'une faible erreur de clôture. C'est le cas des lignes passant le Brünig, la Furka et l'Oberalp, et de celles qui relient Morges à Neuchâtel, Lausanne à Fribourg, Säkingen à Brugg et à Constance, et de quelques autres.

Le *calcul de compensation* auquel a été soumis l'ensemble du travail amène à la conclusion que l'erreur moyenne d'un kilomètre du nivellement n'atteint pas quatre millimètres. Cette erreur est beaucoup plus faible pour l'ensemble des lignes mesurées en terrain relativement plat ; elle atteint parfois au double pour les lignes de montagnes où le travail était souvent rendu très difficile par les circonstances atmosphériques et où la distance entre les stations de l'instrument était forcément très réduite.

Sur tout cet ensemble de lignes, les ingénieurs de la Commission ont placé deux mille deux cent vingt-sept repères, dont plus de deux cent cinquante sont des repères de premier ordre, en bronze, et les autres des repères secondaires, simples croix taillées dans les rochers, sur des bornes, des murs ou d'autres objets dont la stabilité était satisfaisante.

Les *repères de premier ordre* ont une utilité pratique considérable et fournissent à toutes les entreprises de travaux, tant publics que privés, une base de la plus grande importance. Malheureusement, ainsi que l'établit péremptoirement le rapport présenté à la Commission géodésique par M. le colonel Lochmann, dans sa séance du 7 mai

1893, une grande partie de ces repères ont disparu par suite de négligence des autorités et de malveillance du public. Il est urgent de les rétablir et de conserver ceux qui restent, et c'est à ce travail que le Bureau topographique fédéral a voué une partie de son activité avec l'appui de la Commission géodésique suisse. Cette Commission ne peut plus s'occuper directement d'un travail dont le but n'est pas un but *scientifique*, mais un but *d'utilité publique*. Mais elle lui porte un vif intérêt et elle le subventionne, en lui attribuant une partie du crédit qui lui est annuellement alloué par les Chambres fédérales.

Il s'agit en effet ici d'une œuvre utile au premier chef et il serait déplorable de voir compromis, par un laisser-aller coupable, les documents laissés sur notre sol par une œuvre scientifique qui fait le plus grand honneur à ceux qui l'ont menée à bien. Les gouvernements cantonaux ont à veiller avec soin au maintien de ces repères de nivellement, qui rentrent actuellement dans le domaine public et dont ils reconnaissent d'ailleurs toute l'utilité, lorsqu'il s'agit d'exécuter, sur leur territoire, des travaux de route, de chemins de fer ou autres. Le Bureau topographique a entrepris l'œuvre considérable de replacer ces repères là où ils ont disparu et d'assurer la position de ceux qui sont les plus importants, par l'établissement de contre-repères reliés aux repères primitifs par des mesures de toute précision. Il espère achever ce travail dans un délai de cinq années, après lequel il organisera systématiquement la surveillance et la conservation de ces repères, en même temps que celles des points trigonométriques. La Commission géodésique, représentant ici l'intérêt majeur de la Confédération, témoigne de son intérêt à cet utile travail en le suivant avec attention et en lui accordant une allocation annuelle.

III. TRAVAUX ASTRONOMIQUES

A. Détermination des coordonnées astronomiques.

La Commission géodésique avait décidé de relier tout d'abord les trois Observatoires de Genève, Neuchâtel et Zurich au réseau de triangulation suisse. Ce travail géodésique avait été exécuté, comme nous l'avons vu, par les ingénieurs placés sous les ordres de Denzler. Mais il fallait aussi déterminer exactement les coordonnées astronomiques de ces Observatoires et celles de quelques autres stations importantes de la triangulation, soit, leur latitude, leur longitude et les azimuts de quelques directions fondamentales. Aux trois Observatoires, les mesures ont été faites par les soins des directeurs : MM. Plantamour, Hirsch et Wolf; pour les autres points, Plantamour se chargea du travail, à la seule condition qu'on lui fournirait une coupole mobile pour les observations, un instrument des hauteurs et des azimuts, qui fut commandé à la maison Ertel à Munich, et un chronomètre de marine acquis à la fabrique Dubois au Locle.

Les opérations se firent dans l'ordre suivant : En 1861, détermination de la différence de longitude entre les Observatoires de Genève et de Neuchâtel, par MM. Hirsch et Plantamour. — En 1867, Plantamour stationnait au Rigi pour faire toutes les observations requises et il se reliait télégraphiquement avec Zurich et Neuchâtel, pendant que ses deux collègues en profitaient pour déterminer aussi la différence de longitude de leurs deux Observatoires. Puis, redescendu à Zurich avec ses instruments, Plantamour y fit des observations comparatives avec MM. Hirsch et Wolf

pour déterminer les équations personnelles. — En 1868, Plantamour mesura les coordonnées du Weissenstein, en 1869, celles de l'Observatoire de Berne, en reliant ces deux stations avec l'Observatoire de Neuchâtel, où observait M. Hirsch. — En 1870, ce fut le tour du Simplon, dont Plantamour détermina télégraphiquement la différence de longitude avec Neuchâtel, où se trouvait M. Hirsch, et avec Milan, où observait M. Celoria, établissant ainsi la jonction en longitude avec l'Italie. — En 1872, Plantamour s'établit au Gäbris pendant que von Oppolzer stationnait au Pfänder. Tous deux se relièrent télégraphiquement avec Zurich, où se trouvait M. Wolf, obtenant ainsi la jonction avec l'Autriche. Puis ils se rendirent à Zurich avec leurs instruments pour y déterminer leurs équations personnelles. — En 1876, Plantamour détermina la différence de longitude entre Genève et Strasbourg, où observait le Dr Löw. — En 1877, celle de Genève avec Munich, où se trouvait le colonel von Orff, et avec Lyon, où stationnait M. Bassot, tandis que M. Hirsch reliait télégraphiquement l'Observatoire de Neuchâtel avec Paris, où les observations étaient faites par le commandant Perrier. — Ainsi fut obtenue la jonction en longitude de la Suisse avec les pays voisins. Elle fut complétée en 1881 par la mesure de la différence de longitude entre Genève et Vienne, exécutée par Plantamour et von Oppolzer. La mort de Plantamour empêcha la publication du travail complet, mais les calculs furent faits et les résultats publiés.

Dans quelques autres stations on n'a pas mesuré la différence de longitude avec un Observatoire, mais seulement la latitude astronomique et l'azimut de quelques directions. Ce sont les stations de Mognone, Tiglio, Giubiasco, Cadenazzo, Naye, Berra, Middles, Portalban, Chaumont, Tête-

de-Rang, Chasseral, Lüscherz, Frienisberg, Gurten, Gurnigel, Napf, Wiesenberg, Lägern. Ces observations ont été faites, après Plantamour, successivement ou simultanément, par MM. Scheiblaue, Haller, Messerschmitt et Hilfiker. Des mesures analogues seront encore exécutées ultérieurement dans beaucoup d'autres stations et ont continué déjà cette année-ci.

Il s'agit en effet de multiplier autant que possible le total des points déterminés astronomiquement, afin d'obtenir le plus grand nombre de mesures de déviations locales du fil à plomb. Les mesures géodésiques servent à déterminer les coordonnées géodésiques de chaque station, rapportées à la surface géométrique de l'ellipsoïde de révolution. Les mesures astronomiques donnent la véritable surface du pays en chaque point, soit la surface du géoïde. La différence entre les normales aux deux surfaces représente la *déviatiou de la verticale*. On l'exprime soit directement comme déviation du zénit, en indiquant en même temps l'azimut du plan vertical dans lequel la déviation a lieu, ou bien on l'exprime par la déviation en latitude et en longitude. Ces déviations sont un des sujets d'études les plus importants de la géodésie moderne, parce qu'elles permettent de tirer des conclusions sur la nature du sol, conclusions qui intéressent aussi bien les géologues que les géodésiens. Il est naturel qu'en pays de montagnes, on constate des déviations de la verticale à cause des grandes inégalités du sol, mais elles ne sont pas toujours en rapport avec l'importance des masses soulevées ; on en trouve aussi dans les pays de plaine ; et tout cela prouve des inégalités dans la densité des couches superficielles.

La Suisse ne pouvait rester en arrière dans ce domaine. Les mesures effectuées dans le canton du Tessin ont amené

des résultats intéressants qui sont déjà publiés. Le volume VI des publications de la Commission, rédigé par M. le Dr *Messerschmitt*, et qui paraîtra prochainement, contiendra les résultats obtenus pour les stations suisses qui se trouvent proches du méridien de Neuchâtel. Les déviations qui y ont été constatées correspondent bien, par leur sens et par leur intensité, aux directions et aux masses des chaînes du Jura et des Alpes. Un jeune géologue neuchâtelois, M. *Léon DuPasquier*, a entrepris l'étude des terrains dans ces mêmes régions du méridien de Neuchâtel pour calculer l'attraction des masses visibles sur le fil à plomb et rattacher les résultats que donnera la géologie à ceux que fournit la géodésie. Les mesures dans les environs de Berne, qui a été pris en Suisse comme point de contact entre les deux surfaces de l'ellipsoïde et du géoïde, sont aussi achevées. Il reste à faire des mesures semblables dans toutes les régions du Nord et de l'Est de la Suisse. Elles sont déjà commencées et on peut en espérer de très intéressants résultats.

B. Mesures de l'intensité de la pesanteur au moyen du pendule.

L'importance des mesures du pendule battant la seconde pour déterminer l'aplatissement de la terre, a été reconnue depuis longtemps. Les premières observations scientifiques ont démontré que la pesanteur augmentait lorsque l'on cheminait de l'équateur vers les pôles. Mais, pour représenter cet accroissement de la pesanteur par une formule simple, il faut faire des hypothèses sur la densité de la terre. Newton, en supposant le sphéroïde terrestre homogène, avait trouvé cet accroissement proportionnel au carré du

sinus de la latitude. Clairaut prouva que cette loi s'applique encore au cas d'un sphéroïde formé de couches homogènes concentriques dont la densité suit une loi quelconque. Mais cette dernière hypothèse, qui se rapproche beaucoup plus de la vérité que la première, ne répond cependant pas exactement aux données de l'observation. Elle est plausible en ce qui concerne les couches profondes, dont la densité augmente probablement en se rapprochant du centre; elle n'est certainement pas exacte pour les couches superficielles terrestres. C'est ce qu'ont démontré péremptoirement les mesures du pendule qui accusent pour la pesanteur des variations locales qui ne suivent aucune loi simple et qui ne peuvent s'expliquer que par des changements de densité des couches terrestres voisines de la surface.

• Nous avons vu précédemment que des mesures de l'intensité de la pesanteur avaient été, sur la demande du général Baeyer, mises au programme des opérations de la Commission géodésique suisse. Celle-ci commanda, dès l'année 1862, un pendule à réversion à la maison Repsold de Hambourg, et *Plantamour* se chargea des mesures. Il les commença en 1864 à Genève et les continua l'année suivante. Puis il les reprit en 1871 et en exécuta aussi au Rigi-Kulm et dans d'autres stations. Enfin, plus tard, frappé de certaines anomalies qui se produisaient dans les oscillations du pendule, il les attribua à des mouvements concomitants des supports du pendule. Il travailla à nouveau ce sujet expérimentalement au moyen d'un nouvel appareil que la Commission fit construire à la maison Repsold, tandis que Ch. Cellerier, professeur à l'Université de Genève, étudiait la même question au point de vue théorique. Les travaux de Plantamour sont consignés dans trois

Mémoires consécutifs publiés en 1866, 1872 et 1878. Les résultats auxquels il est parvenu sont donnés dans le résumé du rapport de M. Messerschmitt publié dans le procès-verbal de la trente-sixième séance de la Commission géodésique du 7 mai 1893 (p. 19). Il n'y a donc pas lieu d'y revenir en détail. Ces mesures sont des *mesures absolues*, fournissant pour chaque station la longueur du pendule simple et l'intensité de la pesanteur. Mais le pendule à réversion est un instrument délicat ; il n'est pas facile à transporter, et son emploi, ainsi que l'ont démontré les expériences de Plantamour, demande les plus grandes précautions. Il n'est donc pas d'un usage pratique pour le but que l'on poursuit maintenant, de déterminer l'intensité de la pesanteur dans un grand nombre de stations afin d'en étudier les variations locales.

Le lieutenant-colonel *von Sterneck*, chef de l'Institut militaire géographique autrichien, a imaginé un nouvel appareil qui fournit des *mesures relatives* de l'intensité de la pesanteur en peu de temps et avec une grande exactitude. Cet appareil est facilement transportable, son installation est facile, et l'on peut obtenir, sans difficulté, par son emploi, des mesures dans des stations rapprochées. M. von Sterneck a déterminé ainsi les variations de la pesanteur sur une ligne qui, partant de Munich, traverse les Alpes par le Brenner, pour gagner les plaines de l'Italie septentrionale. Il a constaté que le passage des Alpes est caractérisé en général par une diminution de l'intensité de la pesanteur, diminution qui prouve l'existence de variations sensibles dans la densité des couches géologiques sub-alpines. On est convenu d'exprimer la chose en disant qu'il y a un *déficit de masse* dans les Alpes. Il est aisé de comprendre l'importance que de semblables constatations ont,

non seulement pour la géodésie, mais aussi pour la géologie et la géographie, en fournissant des documents de haute valeur pour la connaissance de la constitution interne du globe terrestre.

La Commission géodésique a estimé qu'il y aurait un haut intérêt à poursuivre des mesures semblables en Suisse. A cet effet, elle a acquis un pendule du type de celui de M. von Sterneek et les mesures ont commencé l'année dernière. M. Messerschmitt, ingénieur de la Commission, a répété, dans quelques stations importantes, les observations avec le pendule de Repsold, pour obtenir de nouvelles valeurs absolues de la pesanteur, puis il a commencé les opérations avec le nouvel appareil.

A l'heure actuelle, il a été fait des *mesures absolues* de la pesanteur en Suisse, aux stations de Genève, Berne, Weissenstein, Rigi, Simplon, Gäbris et Zurich. Des *mesures relatives* ont été exécutées aux points astronomiques suivants : Zurich, Berne, Genève, Neuchâtel, Tête-de-Rang, Lausanne, Naye, Fribourg, Napf, Frienisberg, Gurnigel, Wiesenberg, Wettingen, Lägern et Hiersberg. Ces travaux continuent et seront poursuivis encore pendant plusieurs années, menés de front avec les mesures astronomiques pour la détermination des déviations de la verticale. Il en résultera certainement des constatations intéressantes sur la constitution du sous-sol et sur la distribution des masses souterraines dans notre pays.

Arrivé au terme de cette étude, nous voudrions caractériser brièvement **ce qui a été fait** et **ce qui reste à faire**.

En présence du travail exécuté, le premier sentiment

qu'on éprouve est celui d'une légitime satisfaction ; on se sent fier de constater tout ce qu'il a été donné d'accomplir dans notre pays, en une trentaine d'années, aux membres de la Commission géodésique et aux ingénieurs qui l'ont assistée. A ce sentiment s'en joint un autre de vive reconnaissance pour ces hommes dévoués, astronomes, officiers supérieurs ou ingénieurs, membres survivants ou disparus de la Commission, qui, avec un rare désintéressement, payant de leur personne, quand ce n'était pas de leur bourse, ont exécuté eux-mêmes ou fait exécuter la somme considérable de travaux que nous venons de passer en revue. L'œuvre a été menée à bien dans ses parties essentielles, mais il reste encore à accomplir des travaux dans plusieurs directions pour que la Suisse satisfasse pleinement aux engagements qu'elle a pris vis-à-vis de l'Association géodésique internationale.

La triangulation est terminée.

Le nivellement de précision tend aussi vers son **achèvement** ; mais il faut poursuivre le *travail de conservation des repères*, entrepris par le Bureau topographique fédéral, qui a besoin pour cela de l'appui moral et matériel de la Commission géodésique.

Dans le domaine des travaux astronomiques, l'**activité scientifique de la Commission doit être développée davantage**. Il faut déterminer les coordonnées astronomiques d'un grand nombre de stations, pour étendre au reste du pays les mesures de la *déviatiou de la verticale*, exécutées déjà dans les environs de Berne et dans le méridien de Neuchâtel. Il faut aussi multiplier les *mesures du pendule*, afin de pousser le plus loin possible, par la combinaison de ces deux genres d'observations, la connaissance de la nature géologique des terrains en Suisse. Il y a là,

pour la Commission géodésique, un champ d'activité intéressant à exploiter, pour contribuer aux études que se propose actuellement la géodésie et pour se maintenir au niveau des travaux qui s'exécutent dans les pays voisins. **La Suisse a occupé jusqu'ici dans les opérations géodésiques un rôle éminent, elle ne peut pas faire dans l'avenir moins qu'elle n'a fait dans le passé.**

Genève, octobre 1893.

Le secrétaire de la Commission :

R. GAUTIER.



BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ DES SCIENCES NATURELLES

DE

NEUCHÂTEL



TOME XXII

1893-1894



NEUCHÂTEL

IMPRIMERIE DE H. WOLFRATH & C^{IE}

1894

LE GLACIAIRE DU VAL-DE-TRAVERS

PAR LÉON DU PASQUIER, Dr ÈS-SC.

I. Introduction et généralités.

Le travail que je présente aujourd'hui à la Société doit être considéré comme le premier fruit porté par l'institution d'une *Commission des blocs erratiques*. C'est, en effet, à la suite des rapports adressés à la Commission par un certain nombre de collaborateurs et des relevés cartographiques de l'un d'eux, que nous dûmes étudier les dépôts glaciaires du Val-de-Travers un peu plus à fond que cela n'avait été fait auparavant.

Je saisis l'occasion pour remercier, au nom de la Commission des blocs erratiques et de la Société neuchâteloise des sciences naturelles, tous ceux qui ont bien voulu remplir nos questionnaires ou nous fournir des indications précieuses sur les blocs erratiques de cette région ¹.

¹ En novembre 1893, 26 pièces (questionnaires, lettres, etc.) nous étaient parvenues sur les blocs du Val-de-Travers; elles émanaient de MM. A. Ferrier, G. Petitpierre, Perrin, P.-E. Barbezat, C. Michelin-Bert, Dalphon Favre, Ed. DuBois, Ami Pingeon, Ph. Javet, Magnin. En outre, M. Robert Jéquier nous a fourni le relevé cartographique de 43 blocs erratiques.

§ 1. Le Vallon et sa structure géologique.

Le *Val-de-Travers*, une vallée d'érosion longitudinale dans ses grands traits, est formé de deux vallées géologiques ou synclinaux voisins, réunis par de courts tronçons transversaux ou même anticlinaux. La direction du Val est déterminée par celle des plissements du Jura. Sa profondeur atteste son ancienneté relative et lui confère le rôle de grand collecteur des eaux souterraines de nos montagnes.

Partant d'en bas, nous voyons son émissaire, l'Areuse, sortir, entre la colline de *Rochefort* et la montagne de *Boudry*, d'une cluse en amont de laquelle commence la vallée longitudinale, le Val-de-Travers géologique. Très encaissé au sein d'un plissement resserré, le cours de l'Areuse suit d'abord une direction généralement longitudinale; du Saut-de-Brot, son cours redevient plus ou moins transversal jusqu'au-dessous de Noiraigue, où, le plissement s'élargissant, s'ouvre de nouveau une vallée longitudinale, mais creusée cette fois sur le dos d'un pli, dans un anticlinal. Un étage ancien de la vallée montre cependant qu'elle occupait autrefois le synclinal des *Œuillons*, qui fait suite à celui du *Champ-du-Moulin*, mais qui a été délaissé depuis. Ce fait d'un déplacement de l'axe de la vallée, bien postérieur aux dislocations puissantes du Jura, montre combien peu il est naturel de considérer le cours actuel de l'Areuse comme résultant de fissures produites par les dislocations.

Ici, comme la plupart du temps ailleurs, nous voyons dans une vallée l'œuvre d'un cours d'eau, le

plissement donne la direction; par places il est vaincu par l'érosion qui travaille perpendiculairement aux renflements de l'écorce et produit une vallée transversale, comme c'est le cas de nouveau en amont de Noiraigue, entre les roches de la côte Lambercier et celles du Vanel, où nous traversons le flanc sud du pli. Au Vanel, nous nous retrouvons dans le synclinal du Champ-du-Moulin et des Œuillons, qui s'élargit considérablement et dans lequel nous restons jusqu'au-delà de *Fleurier*. A Fleurier s'embranchent le vallon transversal de *Saint-Sulpice*, qui recevait sans doute autrefois les eaux de la vallée longitudinale des *Verrières*.

De Fleurier, le Val-de-Travers géologique se dirige sur la *Côte-aux-Fées*, qui occupe encore le même synclinal, tandis que le cours du Buttes, plus ou moins diagonal aux couches, finit par retrouver le synclinal voisin au sud de celui du Val-de-Travers.

Quoique les frontières politiques ne soient guère respectées par la science en général et par la géologie en particulier, nous pouvons cependant considérer, en gros, le Val-de-Travers géologique comme coïncidant avec le district de ce nom. Tout en nous réservant de faire, de temps à autre, une petite excursion au-delà des limites du district, nous resterons la plupart du temps en dedans, par la bonne raison que nous nous en tenons surtout à l'aire occupée par les blocs erratiques nombreux, c'est-à-dire à la vallée elle-même.

§ 2. Glaciaire du Jura et glaciaire en général.

Ceci nous conduit à rappeler le fait que, dans notre Jura, on peut distinguer deux zones concentriques de dépôts glaciaires alpins.

Nous y trouvons, en effet, une région occupée par de nombreux dépôts glaciaires : les blocs erratiques y sont abondants, les tronçons de moraines bien conservés n'y font pas défaut. Cette zone, occupant toute la plaine suisse, ne dépasse en général pas, vers le nord, la première chaîne du Jura; elle pénètre cependant dans les vallées bien ouvertes sur la plaine, comme le Val-de-Travers et le Val-de-Ruz, mais ne va pas plus loin. Au delà, nous rencontrons encore çà et là des blocs erratiques, rares, *sporadiques*, comme on l'a dit; ils s'élèvent jusqu'à 1400 mètres au Mont-Damin, et atteignent dans le Jura français Salins et Ornans. Ces blocs sporadiques sont d'une nature particulière; les granits (protogines) du Mont-Blanc ne se retrouvent presque jamais parmi eux, tandis qu'ils sont très fréquents dans la zone intérieure.

Tout porte à croire que le glacier alpin couvrit d'abord presque entièrement notre Jura, l'abandonna ensuite, puis y revint, mais sans plus atteindre ni à l'altitude, ni à l'extension qu'il y avait eues auparavant. Les dépôts de la zone extérieure correspondraient ainsi à une glaciation plus ancienne et plus étendue, ceux de la zone intérieure à une glaciation plus récente et plus restreinte de notre pays. Evidemment, dans l'une et l'autre glaciation, le Jura fournissait des glaciers propres, des affluents, à la masse glaciaire,

mais c'est seulement dans la dernière que nous pouvons reconnaître leur individualité.

Qu'est-ce qu'un dépôt glaciaire ?

Nous avons, dans les lignes qui précèdent, admis comme connue de tous la réponse à cette question.

Cependant, au sein de la confusion qui règne aujourd'hui dans la terminologie de certains géologues peu au courant des phénomènes glaciaires, il est peut-être à propos de poser quelques définitions.

Rappelons d'abord que *les dépôts glaciaires en général sont caractérisés par la présence de cailloux striés et de blocs sûrement erratiques*, c'est-à-dire de blocs dont la situation actuelle ne puisse être reliée à leur point d'origine par une ligne qui, suivant la configuration du sol au moment du dépôt du bloc, soit constamment ascendante. Ces cailloux striés et ces blocs sont accompagnés, partout où les circonstances s'y prêtent, par des surfaces polies, moutonnées et striées de la roche en place.

Appuyons sur le fait que sans la présence simultanée de cailloux striés et de blocs erratiques, aucun phénomène de glaciation ne peut être admis d'une manière certaine dans une région quelque peu étendue. La présence de l'un ou de l'autre seulement de ces éléments dans une localité d'une région sûrement glaciée peut exceptionnellement constituer une preuve de glaciation.

Les dépôts glaciaires se présentent chez nous de diverses façons :

1. Sous la forme extérieure de terrasses ou de remparts allongés, rectilignes, sinueux ou en forme de croissant, situés le long des flancs des vallées ou les traversant sous des angles variables.

Leur structure intérieure est en général celle de dépôts meubles, sans stratification, sans ordonnance apparente dans la nature et la distribution des débris qui les composent. Les matériaux de grandes dimensions coudoient les petits galets, sont même souvent empâtés dans du sable ou dans une argile parfois fluente. Les galets sont anguleux ou arrondis, rugueux ou polis, et, dans ce dernier cas, striés.

Ce sont les moraines en bourrelets telles qu'elles se forment sous nos yeux sur les côtés ou à l'extrémité inférieure des glaciers actuels (moraines frontales et latérales).

2. Parfois des moraines intérieurement constituées comme les précédentes se montrent sans aucune forme extérieure caractéristique; nous les désignons d'une manière générale comme lambeaux de terrain glaciaire, si elles ne présentent aucune particularité.

a) Sont-elles remarquables par une surabondance de cailloux striés empâtés dans une argile plus ou moins fluente, ce sont des *moraines profondes* en tout analogues à celles qui se rencontrent sous nos glaciers actuels.

b) Sont-elles stratifiées plus ou moins régulièrement, nous les appelons *moraines stratifiées*, en indiquant par un qualificatif les dimensions et la nature des éléments prédominants. Par exemple : moraine stratifiée argileuse, sableuse, graveleuse, à gros cailloux. Des dépôts analogues ayant été très souvent mal interprétés dans les levés géologiques et ayant donné lieu à une foule d'erreurs regrettables, nous appuyons encore sur la présence nécessaire des cailloux striés sans lesquels il n'existe pas de moraine

stratifiée. Ces moraines ont leurs analogues sur les côtés, dans les angles morts ou au bas des glaciers actuels.

3. Il arrive souvent qu'on rencontre des *amas* ou des *trainées* de blocs erratiques sans matériel interstitiaire, ce dernier ayant été lavé par le ruissellement ou par les eaux courantes, ou même n'ayant jamais existé.

Les petits éboulements qui se produisent au-dessus de nos glaciers actuels et se déposent sur leur dos sont destinés à former dans la suite des temps des amas ou trainées de blocs pareils à ceux dont il est question ici.

Nous passons sous silence bien d'autres formes de dépôts glaciaires, les *âsar*, *kames*, *drumlins*, par exemple, non encore constatés dans notre région, d'un côté; puis de l'autre la série des dépôts fluvio-glaciaires, si importants dans le nord de la Suisse, mais qui ont chez nous un tel degré de parenté avec les moraines stratifiées, qu'il est presque superflu de les en distinguer; rappelons cependant que les *alluvions glaciaires* sont caractérisées par la présence de galets erratiques, par l'absence de cailloux striés et par une stratification très régulière, constante sur de grands espaces.

II. Dépôts glaciaires du Val-de-Travers.

On peut dire d'une manière générale que si les dépôts glaciaires sont loin de manquer au Val-de-Travers, ils n'y sont cependant ni aussi fréquents, ni aussi considérables que dans la plaine ou le long des flancs de la première chaîne du Jura.

Les vraies moraines frontales surtout n'y sont pas nombreuses, elles sont presque limitées aux Gorges de l'Areuse et à leur débouché de Noiraigue; elles ne se poursuivent pas sur de longs parcours, mais sont plutôt localisées. Souvent elles revêtent le caractère d'amas ou de traînées de blocs erratiques.

§ 1. Région des Gorges de l'Areuse.

Les reconnaissances faites dans cette région, qui n'appartient pas au district, ne sont pas terminées à l'heure qu'il est. Voici sommairement ce que nous savons de ses dépôts glaciaires.

La limite supérieure atteinte par les blocs nombreux est de 1100 mètres environ, entre la Tourne et la montagne de Boudry. En dessous de ce niveau, ils ne manquent nulle part.

ENVERS ¹. Beaux blocs de protogine *Derrière Trémont*, jusqu'à 910 mètres; au-dessus la pente devient très raide, les éboulis recouvrent sans doute beaucoup de choses intéressantes, il est probable qu'on y retrouvera encore quelques spécimens de roches alpines.

Les blocs des côtes du Champ-du-Moulin n'ont guère été étudiés; nous en connaissons un assez grand nombre de 700 à 750 mètres d'altitude environ, immédiatement au-dessus du Champ-du-Moulin.

En s'approchant du *Creux-du-Van*, on trouve un dépôt considérable de terrain glaciaire, mêlé d'éboulis locaux aux « Côtes rouges ». Ce terrain a une forte

¹ Nous désignons par ce terme local, qui ne prête pas à équivoque, le flanc sud des vallées regardant au nord, c'est-à-dire détourné du soleil, tandis que l'*endroit* représente le flanc nord tourné au midi.

tendance aux glissements et cause quelques difficultés à l'administration des forêts.

Beaucoup de blocs de protogine, schistes verts, etc., avec de nombreuses traces d'anciennes exploitations jusqu'à un petit ravin à 200 ou 300 mètres à l'est du Creux-Dessous. De l'autre côté de cet accident de terrain, tout dépôt glaciaire alpin cesse complètement jusqu'au ravin de Derrière-Cheseaux. Entre ces deux vallons, il n'y a que d'énormes dépôts de matériaux jurassiques sur la nature desquels nous aurons à revenir encore. A Derrière-Cheseaux commence une puissante moraine alpine qui s'étend de l'Areuse, sous la Petite-Joux, le Bois-Carré, Derrière-Cheseaux, au-dessus de Vers-chez-Joly et presque jusque sous les Œuillons. Partout des traces de protogines exploitées et de petits blocs sortant de terre; ce sont des milliers et des milliers de mètres cubes qui ont dû disparaître d'ici, il ne reste vraiment plus grand'chose d'intact — du moins à la surface, — nul doute que sous terre il n'y ait encore beaucoup.

ENDROIT. Gros bloc de protogine de 150 à 200 mètres cubes à l'ouest de la Prise; il est accompagné d'un grand nombre de blocs plus petits. Altitude, environ 570 mètres.

La grand'route coupe à plusieurs reprises de belles moraines ou des lambeaux de moraine profonde, par exemple sous Prépunel, entre *Fretreules* et *Brot-Dessous* (Jaccard).

Quelques blocs en dessous de Fretreules, plusieurs exploités ou en exploitation, des protogines naturellement. Ces blocs paraissent superposés à de la moraine stratifiée graveleuse passant par places à la

moraine profonde et exploitée à 740 mètres environ d'altitude, en dessous de Fretreules.

Plusieurs magnifiques blocs de protogine, 20 à 60 ou 70 mètres cubes, au sud, en dessous de Brot-Dessous, à environ 820 mètres d'altitude, au bord d'un bois. Quelques petits le long du chemin de Brot-Dessous au Furcil.

Entre le tunnel du Saut-de-Brot et le Furcil, toujours sur la rive gauche, ravines dans un dépôt singulier et assez puissant, caillouteux, en partie congloméré, tantôt stratifié suivant la pente du versant, tantôt en apparence non stratifié. Le jurassique sous forme de cailloux anguleux y prédomine, surtout dans les parties stratifiées et cimentées; les parties non stratifiées contiennent souvent des galets alpins nettement striés et de petits blocs, elles sont moins cimentées.

J'hésite à considérer les parties stratifiées comme postérieures aux parties nettement glaciaires alpines, le tout me paraît en connexion étroite. Il est probable qu'il s'agit d'éboulis du versant de la montagne qui, à un moment donné, se mélangeait à la moraine en voie de formation.

Entre *Noiraigue* et le Furcil, une puissante moraine s'étend entre les rochers de la Clusette et le récif de Dalle nacrée coupé par le chemin de fer et l'Areuse.

FOND ET LIT DE L'AREUSE. Dans le lit de l'Areuse se trouvent des blocs un peu partout, quelques-uns de dimensions respectables.

Un amas de protogines en partie exploitées pour les travaux des forces motrices, comptait douze blocs

de 15 à 100 mètres cubes; il se trouve à un lacet du sentier des Gorges, à environ 1800 mètres à l'ouest du Champ-du-Moulin. Altitude: 550 à 580 mètres. D'accord avec l'entreprise du barrage et la Commune de Boudry, nous avons fait réserver cinq de ces blocs. De l'autre côté de l'Areuse et faisant sans doute partie du même amas, un gros bloc de schiste du Valais.

En montant, de temps à autre blocs dans l'Areuse, surtout au-dessous du Saut-de-Brot où ils ont servi à la construction de pérés; plusieurs blocs d'arkésine, de protogine, de gneiss d'Arolla et de roches sédimentaires alpines.

En dessous de Noiraigue, immédiatement en aval du pont du chemin de fer, l'Areuse coupe un dépôt de nature évidemment glaciaire.

A la base, moraine profonde, argileuse, avec beaucoup de cailloux striés; plus haut, dépôt argileux, stratifié, au-dessus duquel reviennent des galets alpins, puis une masse de détritits jurassique dont nous avons parlé plus haut. Cette moraine profonde se retrouve vis-à-vis du Furcil, où elle fait évidemment partie de la moraine signalée entre Derrière-Cheseaux et Verschez-Joly. Il est probable que toutes ces moraines, celles de Derrière-Cheseaux, Verschez-Joly, celle entre Noiraigue et le Furcil, et celle signalée en dessous de Brot-Dessous ne forment qu'un même tout, une gigantesque accumulation erratique qui, à un moment donné, obstruait le Val-de-Travers.

C'est là, vers 725 mètres d'altitude, à 200 mètres environ en aval du pont du chemin de fer du Furcil que se trouve, dans l'Areuse, l'un des deux plus gros blocs du vallon; c'est un bloc de protogine de 70 à 80 mètres cubes.

§ 2. Vallon de Noiraigue jusqu'au Vanel et au Crêt-de-l'Anneau.

LE FOND du vallon anticlinal de Noiraigue est occupé en partie par un marais, en partie par des prairies, sur lesquels nous ne retrouvons que de très rares et menus débris erratiques localisés sur deux ou trois points rapprochés des versants. Il ne me paraît pas douteux qu'ils ne soient arrivés là, soit par de petits glissements, soit entraînés par des eaux de ruissellement, soit surtout par la main de l'homme, qui s'en est servi pour l'empierrement des chemins ou dans d'autres buts. Il n'y a point de comparaison entre l'abondance de l'erratique sur les versants et sa rareté sur le marais. Nous reviendrons sur ce phénomène.

ENVERS. Au-dessus de Vers-chez-Joly, grande quantité de débris de protogine; comme nous l'avons dit, les blocs doivent avoir souvent roulé le long de la pente et être arrivés parfois jusqu'à l'Areuse. Tout le long de la Côte-de-Rhortier, petits blocs et débris de blocs plus gros, granits et schistes chloriteux. Enfin, sur la Vaux, près du *Vanel*, quantité de petits blocs dans les murs. La limite supérieure de l'erratique ne me paraît pas dépasser l'altitude de 960 mètres.

ENDROIT. Nous avons parlé de la moraine du Mont à l'est de Noiraigue. Nous n'y revenons pas et nous n'avons pour le moment encore à mentionner que des blocs de petites dimensions. Un schiste calcaire sortant de terre à environ 800 mètres au-dessus du Chemin de la Prise; un granit

de 2 à 3 mètres cubes, à environ 830 mètres, aux Raffours; plusieurs petits blocs divers aux Jorats sur *Rosières*, jusqu'à 840 mètres d'altitude; au-dessus, beaucoup d'éboulis de versant, masquant probablement des blocs.

§ 3. Du Vanel à Fleurier, Saint-Sulpice, Buttes et la Côte-aux-Fées.

a) Commune de Travers.

FOND DE LA VALLÉE. — Ce sont des prairies plates et des cultures diverses, sans dépôts erratiques à la surface.

ENVERS. A mesure que de Noiraigue on s'approche du Vanel, les blocs augmentent; nous en avons trouvé déjà dans un mur Sur-les-Vaux. Au Vanel même, tout paraît masqué par un dépôt particulier dans lequel ont été pratiquées deux *groisières*. C'est une alluvion à éléments en grande majorité jurassiques, à stratification de delta. Au-dessus des terrasses formées par ce delta, reparaissent les blocs erratiques. Vers 810 mètres, un bloc de pseudo-gneiss métamorphique de la vallée du Rhône, 1 mètre cube. Un bloc gneiss d'Arolla de 4 mètres cubes. Plus haut il paraît y avoir passablement de terrain erratique, puis viennent quelques petits blocs jusqu'à 940 mètres d'altitude.

Le long des Lacherelles, le versant ne présente pas de blocs de quelque importance; la limite supérieure de l'erratique paraît recouverte par des éboulis provenant des crêts jurassiques dominants.

ENDROIT. C'est surtout du Crêt-de-l'Anneau à la Forêt de Chaintain que se sont concentrés les blocs

erratiques : un bloc de 3-4 mètres cubes de schiste micacé, et un autre de 8-10 mètres cubes d'une roche schisteuse amphibolique.

En dessus de Chaintain, dans la forêt, encore grande quantité de petits blocs. Quelques exploitations anciennes de protogine ; limite supérieure, 930 à 940 mètres.

Notons encore les nombreux petits blocs qu'on trouve dans les champs au nord de Travers, puis une trainée à la Jotta-Dessus et un isolé à 900 mètres environ sous Pré-Pignol.

Le dépôt traversé par la ligne du régional, avant le passage à niveau à l'est du Bois-de-Croix, est comme au Vanel une alluvion de delta.

b) Commune de Couvet.

FOND. Le terrain au fond de la vallée devient plus graveleux ; c'est peut-être un effet des cônes de déjection latéraux qui tendent à l'envahir ; du reste, comme précédemment, pas de blocs ni de moraine à sa surface, qui reste plate.

ENVERS. Ce versant n'est pas des mieux connus encore au point de vue glaciaire ; il ne paraît cependant pas qu'il s'y trouve de dépôts de quelque importance. On cite d'anciens blocs actuellement exploités au Burcle.

ENDROIT. Nous avons ici des dépôts d'alluvion considérables formés par le *Sucre* ; il en sera question plus tard.

En outre, aux Petits-Champs, à 940-950 mètres, un gros bloc de granit de 70-80 mètres cubes, à peu

près des dimensions de celui de Noiraigue; le long de cette côte, quelques autres blocs de schiste chloriteux, quartzitique, etc., jusqu'à 920 mètres environ. Plusieurs ont été exploités dans les environs de la gare d'en haut, ainsi qu'au-dessus du Bois-de-Croix. M. Jaccard a fait connaître des protogines en exploitation dans le ravin du Sucre¹.

Les petits blocs ne manquent pas non plus sur le promontoire de *Plancemont*; il a dû y en avoir autrefois de très considérables dans les domaines d'Auge-Belin et de la Côte-Bertin; ils ont été enfouis ou exploités.

c) Commune de Môtiers.

FOND plat, marécageux, tourbeux, sans blocs à la surface.

ENVERS. Comme au Vanel, à Chaintain et à la Côte-Bertin, les blocs sont concentrés dans un angle mort: dans le vallon de Riaux. Plusieurs petits sur le promontoire rocheux entre le *Bied* et le *Ruisseau de Lavaux*. Dans le fond du vallon, jusque vers 920 mètres, toute une série de blocs de 1 à 2 mètres cubes. Plusieurs exploités; le plus beau se trouve au nord de la maison de la *Cernia*. C'est un schiste amphibolique de 4-5 mètres cubes. Quelques autres dans la forêt à l'ouest. La limite d'altitude paraît être 940 mètres au plus.

Une moraine très peu visible, mais remarquable à d'autres égards, se trouve entre le vallon du Bied et celui du Ruisseau de Lavaux, par 850-870 mètres d'altitude; elle est très peu ouverte aux regards,

¹ Bull. T. XX, 1892, p. 139.

s'appuie au nord au crétacé à plongement sud et paraît être recouverte d'éboulis vers le sud.

Petits blocs au nord, sous le Château de Môtiers : un dépôt d'alluvion de delta, à matières presque exclusivement jurassiques, à la sortie du Ruisseau de Lavaux.

d) Commune de Boveresse.

Elle possédait autrefois plusieurs blocs importants situés pour la plupart dans les forêts au-dessous de 900 mètres d'altitude. Presque tous ont été exploités ; il en reste un immédiatement au nord du village, dit le Cheval gris ; un autre de 4 à 5 mètres cubes, vers 790-800 mètres au-dessus de la route de Fleurier à la gare de Boveresse ; un autre dans la même région, sous la ligne du chemin de fer.

e) Commune de Fleurier.

Plusieurs blocs, en dessous de Sassel, vers les cibles et surtout au long Fleurier, tant sur le versant qu'au bas, surtout gneiss et protogines.

Les blocs remontent jusqu'à la Serpillière à 900 mètres d'altitude, où il s'en trouve deux, l'un exploité en partie, gneiss du Valais, l'autre d'un schiste riche en quartz et feldspath.

Mentionnons au sud de Fleurier un dépôt d'alluvions surtout jurassiques, mais contenant quelques galets alpins ; la stratification en est horizontale ; il est ouvert de 810 à 830 mètres d'altitude environ.

f) Commune de Buttes.

Le nombre des blocs erratiques est beaucoup moindre ici que dans les autres communes du Val-de-Travers. Nous en connaissons trois ou quatre seulement, quoique la commune ne manque pas d'étendue.

Un bloc de protogine, 6 mètres cubes en deux morceaux, aux Champs de l'Envers, 780 mètres.

Un bloc dans un petit étang à Buttes, environ 780 mètres d'altitude, probablement protogine aussi.

Un troisième à 800 mètres environ d'altitude, entre *Buttes* et *Longeaigue*.

A Buttes existe en outre un delta considérable dont les éléments, en majeure partie jurassiques, proviennent du haut de la vallée.

g) Côte-aux-Fées.

On connaît quelques petits blocs de granit (?) du ravin des Combes; leur altitude est de 980 mètres. Appartiennent-ils à la zone intérieure ou à l'extérieure? C'est ce qu'il est difficile de dire; le plus probable, c'est qu'ils sont de la zone extérieure.

h) Saint-Sulpice.

Nombreux blocs exploités ou existant encore; ils s'élèvent jusqu'à 930 mètres environ et sont localisés surtout à la Linière.

Un bloc de 20 et un de 5 mètres cubes ont été exploités au sud-ouest du village, à 800 et 900 mètres

d'altitude ; plusieurs autres se trouvaient au nord, un autre à Prise-Milord a été détruit tout récemment.

i) Bayards.

Un bloc connu, « le gros gris », à 923 mètres, au haut de la Tour.

k) Verrières et Bayards.

On n'en cite pas de blocs alpins, mais il s'y trouve par contre de vraies moraines d'anciens glaciers jurassiens sur lesquelles nous ne nous appesantirons pas, mais qui mériteraient néanmoins de devenir le sujet d'une étude spéciale.

Mentionnons pour mémoire les blocs du Gros Taureau, situés en dehors de nos frontières et qui appartiennent sûrement à la zone extérieure.

RÉSUMÉ

L'étude sommaire que nous avons faite des dépôts glaciaires du Val-de-Travers conduit à reconnaître les particularités suivantes :

a) Les moraines et blocs erratiques sont disséminés sur les deux versants du vallon jusqu'à une certaine altitude ; ils sont souvent concentrés dans des anfractuosités, derrière des promontoires faisant obstacle à la marche régulière du glacier (Vanel, Chaintain, Riaux, la Serpillière, la Linière, etc.

b) Le fond de la vallée paraît en général dépourvu de glaciaire.

c) L'altitude atteinte par le glacier alpin qui avait envahi le Val-de-Travers est la plus grande à la sortie des Gorges de l'Areuse entre la Tourne et la montagne de Boudry; elle s'abaisse rapidement vers Noiraigue et reste de là jusqu'à l'origine du Val-de-Travers presque absolument constante.

Ce niveau étant relié à la sortie des Gorges de l'Areuse à celui de la grande moraine de l'ancien glacier du Rhône, il est permis de penser que les glaces n'envahirent pas le vallon par en haut, mais par en bas; ceci concorde avec une observation faite précédemment déjà: c'est que le glacier du Rhône n'a pu, pendant la dernière phase glaciaire, franchir le col des Etroits que par moments. Il ne se trouve que de rares blocs au-dessus de Sainte-Croix; ils appartiennent presque tous à la zone extérieure.

d) A la sortie de presque tous les vallons latéraux possédant un cours d'eau, se trouvent d'anciens deltas. Un delta important existe dans la vallée principale, à Buttes.

III. L'ancien lac du Val-de-Travers.

§ 1. Les deltas.

Tout en étudiant la distribution des blocs erratiques du Val-de-Travers, nous avons reconnu déjà la présence, sur plusieurs points, de dépôts fluviatiles que nous avons qualifiés de deltas.

Ces deltas ont une telle analogie les uns avec les autres, que nous pouvons en donner une seule et unique description sommaire.

Extérieurement, ils se trouvent à la sortie de la plupart des vallons ou ravins latéraux du Val-de-Travers, où ils forment des terrasses plus ou moins distinctes, élevées au-dessus du fond de la vallée; il y en a au Vanel, à Combe-Bayon (près de Travers), au sortir du ravin du Sucre (Couvet), de celui du ruisseau de Lavaux (Môtiers) et à Buttes.

Leur structure est stratifiée, mais à couches fortement inclinées, correspondant de tous points à celle des deltas formés par les cours d'eau à leur embouchure dans un lac.

Quant à la composition de ces alluvions, elle est franchement jurassienne; les éléments de grosseur variable y sont assez anguleux, dénotant ainsi un transport de courte durée. Parmi les galets jurassiens, on en trouve d'alpins aussi, mais bien moins, et là seulement où des moraines alpines existent à peu de distance en amont du delta, par exemple à Couvet et au Vanel.

Les galets jurassiques de ces dépôts ne sont pas striés et ne portent en aucune façon les traces d'une action glaciaire. Quant aux alpins, un ou deux de ceux que j'ai examinés en grand nombre à Couvet auraient pu passer pour striés, ce qui s'explique du reste par la proximité de la moraine d'où ils doivent avoir été tirés.

Ces anciens deltas ont été depuis leur formation coupés et érodés profondément par les cours d'eau; leur surface supérieure n'existe plus dans la majorité des cas, en sorte que nous ne pouvons reconstituer le niveau de la nappe d'eau dans laquelle ils se déposaient. A Couvet, le delta du Sucre dépasse 800 mètres d'altitude, le fond de la vallée étant à peine

à 740 mètres. Le delta du Buttes atteint la même altitude. Les autres coupes sont à un niveau inférieur.

Le delta du Sucre est du reste intéressant par le fait qu'il se compose au fond de trois deltas distincts superposés, correspondant sans doute à trois niveaux successifs de la nappe d'eau.

Nous avons mentionné l'existence, au sud de Fleurier, d'un dépôt d'alluvions. A première vue, il ne paraît pas rentrer dans la catégorie des deltas. Cependant, une coupe récente pratiquée dans la partie basse présente bien aussi la stratification inclinée propre aux deltas. D'autre part, ce dépôt isolé, sans connexion apparente avec un cours d'eau existant quelconque, ne pourrait être dans ce cas que le prolongement du delta du Buttes, qui, à un moment donné, aurait comblé jusqu'à l'altitude de 800 mètres au moins toute la partie supérieure de la vallée en amont de Fleurier. Dans l'état actuel des choses, la question ne peut être tranchée définitivement; il nous paraît plus probable que ce dépôt doive être considéré comme une alluvion glaciaire locale déposée dans une anfractuosité sur le côté du glacier local qui, avant d'avoir été repoussé par le glacier principal, descendait sans doute, à un moment donné, la vallée à sa rencontre.

§ 2. La marne de fond.

Un autre fait qui confirme l'existence d'un lac dans le Val-de-Travers, c'est la nature des terrains du fond de la vallée.

Certainement il n'est personne qui, au débouché des Gorges de l'*Areuse* dans le Val-de-Travers, à Noiraigue, n'ait été frappé par la présence en ce point d'un vaste fond de vallée presque absolument plat et occupé encore à son centre par un marais tourbeux : le simple bon sens y suppose un ancien lac comblé ; pour le géologue, c'est déjà, à première vue, presque une certitude. Vu de plus près, ce fond est constitué par un limon très fin, d'une puissance indéterminable, mais qui doit être assez grande, puisque, lors de la construction du chemin de fer, on en eut de graves désagréments, les pilotis les plus longs s'y enfonçant jusqu'à la tête sans éprouver grande résistance, dit-on ! Ce limon n'existe pas seulement dans le fond de Noiraigue, mais remonte très loin dans le Val-de-Travers proprement dit. En outre, il est rempli de coquilles d'eau douce, *limnées*, *planorbes*, petits *pisidium*, par places en quantités innombrables. Il n'y a donc pas à douter qu'il n'y eût là un amas d'eau quelconque qui, à en juger par la masse d'organismes qu'il nourrissait et la puissance des limons qui s'y déposèrent, ne doit pas être un accident d'un jour.

§ 3. L'âge des deltas.

Tous ces deltas, ainsi que le limon de fond et les fossiles, donnent la certitude que le Val-de-Travers se trouvait jadis occupé par un lac atteignant l'altitude de 800 mètres au moins.

Quand ce lac existait-il ?

Ce que nous avons dit répond à cette question au point de vue géologique.

Les deltas contiennent parmi leurs matériaux quelques galets alpins. Donc, l'erratique d'où ils proviennent avait été déposé avant leur formation; ce sont donc des deltas en quelque manière postglaciaires. A ce fait correspond l'absence de l'erratique sur le fond de la vallée, sur le limon; il se trouve sans doute dessous, tout comme il est en réalité sous le delta supérieur du Sucre, où nous avons trouvé quelques galets alpins nettement striés reposant sur la roche en place. Serait-on peut-être tenté de leur donner un âge interglaciaire et de les placer chronologiquement entre les dépôts de la zone extérieure et ceux de la zone intérieure? Mais alors pourquoi l'erratique de la dernière phase est-il toujours absent de la surface? Du reste, le limon de Noiraigue n'a rien d'un dépôt interglaciaire ¹.

§ 4. Les causes.

C'est donc bien après le dernier retrait du glacier qu'existait ce lac. Était-il dû à l'obstruction causée par le glacier même pendant son retrait? Ou bien les circonstances qui le déterminaient étaient-elles d'ordre plus stable?

Rappelons tout d'abord que les lacs dus à un barrage simplement glaciaire sont en général sujets à des fluctuations considérables et à des débâcles. N'ayant jamais remarqué de récurrence dans la stratification inclinée très régulière des deltas du Val-de-Travers, je suis à première vue peu porté à considérer ce lac comme n'ayant été qu'un lac de barrage glaciaire. De plus, la nature très régulière aussi du limon de fond, sa grande puissance, sa richesse en

¹ Nous nous proposons de revenir ailleurs sur sa faune.

fossiles, sont tout autant de raisons pour penser que si le lac du Val-de-Travers a pu commencer à exister sous l'influence d'un barrage glaciaire, il a subsisté néanmoins encore pendant longtemps après le retrait définitif du glacier.

L'étude du débouché du Val-de-Travers, soit de la partie supérieure des Gorges de l'Areuse, en dessous du Creux-du-Van, rend compte de ce fait.

Nous avons mentionné déjà les puissantes moraines au travers desquelles l'Areuse s'est frayé un passage immédiatement en dessous de Noiraigue. Le fait est que ces moraines, complétées par les tronçons récemment érodés par l'Areuse, suffiraient à retenir dans le Val-de-Travers un lac atteignant 800 mètres d'altitude. Mais, il y a plus encore.

§ 5. L'éboulement du Creux-du-Van.

Immédiatement à l'est du ravin de Derrière-Che-seaux, la moraine alpine fait place à un énorme amas de détritiques jurassiques qui, à l'altitude de 800 mètres, s'étend sur une longueur de près d'un kilomètre jusqu'à un autre petit ravin situé au delà du Creux-Dessous. Vue de la route au-dessus du Champ-du-Moulin, cette masse de terrain aux formes arrondies, mamelonnées, rapides et irrégulières tout à la fois, peut être comparée à une sorte de coulée de matières pâteuses très épaisses, sortie de la gueule du Creux-du-Van.

On y a vu, en général, les moraines d'un ancien glacier jurassique occupant le Creux. Il faut convenir que l'une des formes de terrain qu'on y rencontre a extérieurement la plus grande analogie avec une mo-

raine. C'est un dos de 30 mètres d'élévation et plus par places, qui, à 1000 mètres d'altitude, au sud de la Ferme Robert, se détache de la montagne en s'incurvant légèrement vers le nord-ouest.

Abstraction faite de ce dos, nous n'avons plus guère en dessous du Creux-du-Van de formes rappelant les moraines; un entrecroisement de bourrelets transversaux avec des monticules dirigés suivant la pente, des entonnoirs dans les intervalles, tout cela est des plus irréguliers, mais ne rappelle guère les moraines en général bien développées des petits glaciers locaux. Du reste, il existerait une disproportion singulière entre cette masse de moraines et l'exiguité du glacier du Creux-du-Van.

Heureusement, l'Areuse s'est chargée de nous ouvrir le flanc de ce dépôt et de nous montrer de quoi il s'agit; en outre, l'homme en a égratigné la surface en amenant à Noiraigue l'eau de la Fontaine froide.

Sur la rive droite de l'Areuse se trouve une coupe sans cesse ravinée par les eaux de la rivière et qui présente la succession suivante :

A la base, quelques mètres au-dessus de l'eau, une moraine profonde, argileuse, remplie de galets striés; plus haut, l'argile prend le dessus; elle se stratifie, mais contient encore des galets striés; plus haut encore apparaissent dans les éboulis quelques petits blocs alpins, puis le détritüs alpin grisâtre est surmonté par une masse de débris jurassiques, plutôt jaunes, anguleux, de toutes dimensions, les interstices étant remplis non d'argile, mais d'une sorte de *chaille*¹

¹ Terme local désignant de menus débris de roche très anguleux, des éclats provenant de la taille des pierres.

passant au sable plus ou moins fin, rarement au limon. Les galets striés en sont absents. Il ne s'agit donc pas d'un dépôt d'origine glaciaire, mais d'un éboulement local qui, parti sans doute du fond du Creux-du-Van, est venu se déposer ici sur la moraine alpine. Cet éboulement se trouve donc dans les mêmes relations chronologiques avec les moraines que les anciens deltas du Val-de-Travers et le limon du fond de la vallée; il a eu lieu après le retrait du glacier; aussi ne trouvons-nous pas de blocs à sa surface, quoique l'erratique abonde dans cette région. Comme nous l'avons vu, il cesse d'un côté de l'éboulement, pour recommencer de l'autre; évidemment il passe dessous.

Ce que j'ai pu voir encore du détrit des fouilles faites pour la conduite d'eau de Noiraigue est, ainsi que la forme superficielle du terrain, pleinement d'accord avec cette explication. Resterait à rendre compte du dos au sud de la Ferme Robert. D'un côté, ce dos aboutit plus ou moins distinctement à une tête de rocher marquée 1090 sur la carte au 1 : 25000; de l'autre, les traces laissées par l'éboulement indiquent son origine vers l'angle nord-ouest du Creux. Il me paraît donc probable que l'éboulement vint se heurter avec violence contre cette tête de rocher, qui du reste porte des traces non équivoques d'usure, que la masse en mouvement fut déviée et qu'ainsi se forma le dos si analogue aujourd'hui à une moraine.

L'éboulement appuyant la moraine par derrière, tout l'espace compris entre les rochers du Saut-de-Brot et Noiraigue se trouvait à un moment donné rempli d'une masse de débris dépassant sans doute par places l'altitude de 800 mètres.

C'est donc un barrage de 1500 mètres d'épaisseur qui dut s'opposer au dégorgement du Val-de-Travers jusqu'à ce que l'Areuse fût parvenue à en avoir raison.

IV. Les déplacements de l'Areuse.

On comprend que l'éboulement du Creux-du-Van, venant à la suite du départ des glaces, dut exercer sur l'emplacement du cours de l'Areuse une grande influence. Nous voyons, en effet, l'Areuse, repoussée vers le nord, se frayer un chemin entre la roche en place et les dépôts meubles ou même tout à fait dans la roche en place, tandis que plus en aval le détritius postérieur à la vallée se trouve à un niveau inférieur.

Tout indique qu'entre Noiraigue et le Saut-de-Brot l'Areuse coulait autrefois, c'est-à-dire avant les moraines et l'éboulement, plus au sud qu'à présent, et il est probable qu'un sondage entre Derrière-Cheseaux et la Petite-Joux ne rencontrerait la roche en place qu'à un niveau notablement inférieur à celui occupé aujourd'hui par l'Areuse au nord de ce point. Il est probable aussi que les sources situées en amont du Champ-du-Moulin ne sont autres que les eaux souterraines du bassin de Noiraigue qui suivent l'ancien *thalweg*. L'importance scientifique et technique de ce déplacement est donc considérable.

Nous n'avons dans tout le Val-de-Travers aucun autre déplacement récent de l'Areuse de quelque importance. Notons, pour mémoire, sa déviation vers le sud à Couvet : un effet des alluvions du Sucre.

Par contre, parmi les affluents, le Bied de Môtiers nous présente un cas très curieux de déplacement, qui pourrait bien, lui aussi, être conséquent de l'époque glaciaire.

A première vue, on reconnaît que le vallon de Riaux et celui du Breuil-Dessous ne faisaient jadis qu'un tout se dégorgeant par la petite cluse au nord-est du château de Môtiers; les deux ruisseaux, celui de Lavaux et le Bied, devaient se réunir immédiatement en amont de cette petite cluse, donnant lieu ainsi à un système hydrographique très fréquent dans le Jura et que nous retrouvons tout près de là à plusieurs reprises (Lavaux, le Sucre au nord de Couvet, etc.). Actuellement, il n'en est plus ainsi; au lieu de continuer son chemin, suivant le prolongement du vallon de Riaux, et d'aller retrouver le ruisseau de Lavaux en amont de la cluse, le Bied s'infléchit subitement au Nord et se précipite d'une paroi de rocher donnant lieu à la cascade de Môtiers, bien connue de tous ceux qui ont vu le Val-de-Travers. Il est remarquable que dans le prolongement du vallon de Riaux, immédiatement après le coude du Bied, se trouve un dépôt glaciaire peu caractéristique de formes, mais qui n'en obstrue sans doute pas moins le vallon primitif.

Est-ce ce dépôt qui a donné lieu au déplacement du Bied? En d'autres termes, la cascade de Môtiers est-elle conséquente à l'époque glaciaire? C'est ce qu'il est difficile de déterminer; les éboulis du versant pourraient à la rigueur avoir barré le passage au Bied à une époque antérieure. Des blocs erratiques se retrouvant dans la partie du vallon qui, d'après la première hypothèse, serait postglaciaire, il semble

que cette idée dût être abandonnée, si, d'autre part, ces blocs ne pouvaient avoir glissé ou roulé après coup le long de la pente et être venus ainsi occuper leur position actuelle.

Une étude complète de ces phénomènes de déplacement nous mènerait trop loin ici, mais il est hors de doute qu'il y aurait bien à faire au Val-de-Travers à ce point de vue-là, et qu'un travail recherchant les régimes hydrographiques successifs de la contrée, présenterait un grand intérêt.

V. Des glaciers locaux.

Ces glaciers ne rentrant pas directement dans le cadre de ce travail, bornons-nous à rappeler encore l'existence de moraines jurassiennes aux Verrières et aux Bayards.

Il n'est pas douteux que le Creux-du-Van, les vallons du Sucre, de Lavaux, et ceux du versant nord du Chasseron n'aient donné naissance à des glaciers locaux. Cependant leurs moraines ont dû se confondre avec celles du glacier principal; du moins ne les retrouve-t-on pas actuellement à l'état isolé et dans leur situation naturelle.

Il me paraît néanmoins que tous ces petits glaciers ont dû exercer une influence indirecte considérable sur le glacier principal, en ce qu'ils lui ont permis de s'étendre sur tout le Val-de-Travers.

Supposons, en effet, que la ligne de neiges persistantes se trouvât alors dans nos montagnes à environ 1100 mètres d'altitude, comme cela paraît ressortir de la présence d'un glacier local aux Verrières; tout

l'entourage du vallon se trouvait couvert de neiges; beaucoup de petits glaciers latéraux arrivaient à la vallée, sans cependant s'y réunir en un grand glacier local. Cela étant, la vallée se trouvait dans les meilleures conditions possibles pour conserver le premier grand glacier qui arriverait à y pénétrer. Voilà pourquoi, me semble-t-il, le niveau supérieur des blocs nombreux conserve presque la même altitude de Noiraigue à Saint-Sulpice.

En général, la pente des ramifications du glacier principal dans les vallées secondaires est considérable. S'il n'en fut pas ainsi au Val-de-Travers, il faut que les circonstances y aient été exceptionnellement favorables au maintien du glacier.

Cette étude n'étant, comme je l'ai dit, qu'une sorte de rapport sur les principaux blocs et dépôts erratiques du Val-de-Travers, je me réserve de la compléter ailleurs en traitant surtout plus en détail des glaciers locaux.

Il ne me reste qu'à souhaiter que nos zélés collaborateurs veuillent bien continuer à nous soutenir en nous envoyant des renseignements toujours utiles, propres à combler les lacunes inévitables de ce premier essai.



Des systèmes de transmission de force à grande distance par l'électricité. Coût du transport.

PAR ROGER CHAVANNES, INGÉNIEUR

L'attention étant attirée en ce moment, à Neuchâtel, sur ces questions si importantes au point de vue industriel, le moment est peut-être venu de résumer rapidement leurs principaux éléments.

Le transport de la force par l'électricité à courte distance est un problème entièrement résolu, et avec une telle perfection qu'il tend à remplacer les transmissions dans les grands ateliers de mécanique.

Lorsque la distance est grande et qu'il s'agit non seulement d'un transport, mais encore d'une distribution d'énergie directement applicable à la lumière, la force à domicile et la traction des véhicules, les choses se compliquent. Les systèmes divers ne présentent pas une supériorité absolue, mais toute relative et limitée à des applications spéciales, et le coût du transport peut dépasser le coût de la création sur place de l'énergie par le moyen de machines à vapeur.

Tout transport de force a pour organes communs : un moteur, une dynamo, la ligne de transmission et un moteur électrique. Certains systèmes permettent

en outre de transformer, soit au départ, soit à l'arrivée de la ligne, le courant, en modifiant sa tension ou son espèce.

Le travail mécanique représenté par le courant est toujours, en un point donné, proportionnel au produit de l'intensité par la tension.

La perte d'énergie le long des conducteurs se traduit par une perte de tension proportionnelle à l'intensité. Il s'ensuit que pour avoir à la fois une grande énergie transportée et une faible perte, il faudra une tension très élevée.

La difficulté d'obtenir et d'utiliser ces hautes tensions est l'élément principal de la diversité des différents systèmes.

Les quatre systèmes actuels emploient : 1^o le courant continu ; 2^o le courant alternatif à simple phase ; 3^o le courant alternatif triphasé ; 4^o le courant alternatif biphase.

1^o Courant continu.

Le principe même de la construction des machines qui livrent ce courant s'oppose à sa production facile à très haute tension, et en pratique on ne dépasse guère 3000 volts. Il est très aisé du reste d'additionner un nombre de machines quelconque pour obtenir une tension aussi élevée que l'on voudra.

Les *avantages* du système sont : la facilité du réglage du courant, et son danger relativement moindre. Les générateurs et moteurs ont un rendement très élevé ; la ligne de transmission n'exerce pas d'induction sur les circuits voisins. Les tableaux

de réglage sont très simples, la mise en marche et l'addition des courants de plusieurs machines très simples aussi. Les parafoudres peuvent être employés avec bobines d'induction, ce qui donne une sécurité supplémentaire sans perte appréciable d'énergie.

Les *inconvenients* résident surtout dans la difficulté d'employer à l'arrivée le courant à haute tension. Il faut le transformer pour la lumière et les petits moteurs, ainsi que pour la traction, en courant à basse tension. Cette transformation exige des machines qui ne peuvent fonctionner sans surveillance, et le rendement de ces machines introduit une perte d'énergie assez notable. Lorsque les générateurs sont de très grande puissance, l'addition de leurs courants est une gêne.

2^o Courant alternatif à simple phase.

La construction des machines rend facile l'isolation des bobines induites, et par conséquent permet d'obtenir sur une seule génératrice une tension élevée. On peut atteindre 5000 volts avec une sécurité suffisante. En outre, on peut transformer facilement le courant de haute à basse tension, ou inversement, avec un fort rendement, à l'aide de bobines d'induction fixes, appelées transformateurs. On peut donc admettre des génératrices à basse tension, tout en lançant dans la ligne de transmission une tension très élevée. On a été jusqu'à 13000 volts ; mais on tend à revenir à 10000 comme maximum.

Une ligne qui est parcourue par un courant alternatif est sujette à des *phénomènes spéciaux*. Le principal est l'induction sur les lignes voisines, qui peut

troubler les communications téléphoniques, et même parfois les télégraphes. On y remédie en rapprochant les fils d'aller et de retour, qui ont une action inverse, et ces actions s'annulent même complètement lorsque les inducteurs sont concentriques. En outre, la réaction du courant sur lui-même introduit une résistance supplémentaire qu'il faut compenser par un petit excès de cuivre. Si l'on place sur les mêmes poteaux deux circuits à courants alternatifs provenant de machines différentes de phases non concordantes, l'augmentation apparente de résistance peut devenir très importante.

On n'additionne jamais le courant de deux dynamos à courants alternatifs à moteurs indépendants pour augmenter la tension. Un des courants aurait la tendance à annuler l'autre; mais on peut additionner les courants de même tension pour augmenter l'intensité. Il faut pour cela que les phases soient concordantes, et certains alternateurs ne permettent pas ou permettent mal cette addition.

En résumé, les *avantages* de ce système consistent surtout dans la possibilité de fractionner à l'infini l'utilisation du courant en le transformant chaque fois. Il s'ensuit que les réseaux secondaires de distribution à basse tension peuvent être de faible dimension, ce qui donne une économie importante de conducteurs dans beaucoup de cas. L'isolation est un peu plus facile qu'avec le courant continu.

Comme *inconvénient*, on peut citer presque toutes les autres propriétés du courant alternatif, et, en sus, la difficulté des moteurs.

Ces moteurs se divisent en deux classes, basées sur la méthode de mise en marche. Les moteurs *syn-*

chrones ont un assez bon rendement; mais ils ne peuvent se mettre en marche tout seuls, et il faut une source étrangère d'énergie pour leur faire acquérir leur vitesse de régime, qu'ils conservent ensuite sans secours. Les moteurs *asynchrones* peuvent se mettre en marche tout seuls, mais à condition de ne pas être en charge, et malgré ce fait ils exigent un courant très intense pour le démarrage.

Ces deux espèces de moteurs sont donc loin d'être parfaits.

3^o Système triphasé.

Un alternateur triphasé ressemble beaucoup à un alternateur à une seule phase; mais, pour un même nombre d'inducteurs, il y a $\frac{3}{2}$ fois plus d'induits, et ces induits livrent trois courants distincts, différant entre eux d'un tiers de phase. Il faut trois conducteurs, dont chacun sert de retour aux deux autres, et réciproquement.

Les moteurs mis en marche par ces courants ressemblent beaucoup aux machines qui les créent, et ils ont à peu de chose près les mêmes propriétés que les moteurs à courant continu.

Chaque courant peut être transformé à part, et servir ainsi à une distribution de lumière; mais celle-ci n'est bonne que si la dépense est égale sur les trois courants, chose presque impossible à réaliser.

Ce système ne supprime parmi les *inconvenients* du courant alternatif que ce qui concerne les moteurs; des inconvenients nouveaux apparaissent pour la lumière, et pour les phénomènes spéciaux d'induction sur la ligne.

Lorsqu'il s'agit de transmettre de la force seulement, il réalise en revanche l'*avantage* sur les courants continus d'une transformation facile, ce qui permet d'avoir des générateurs à basse tension.

4^o Système biphasé

C'est encore un alternateur dérivé de celui qui donne les courants alternatifs ordinaires qui est employé; mais il présente, pour un même nombre d'appendices polaires inducteurs, deux fois plus de bobines induites. Ces bobines fournissent deux courants indépendants différant d'une demi-phase, et qui peuvent être employés soit avec quatre conducteurs, ce qui les sépare complètement, soit avec un conducteur de retour commun. Dans ce cas, la ligne est à trois fils, et plus économique.

Ce système résout à la fois les difficultés des moteurs alternatifs et celle de l'indépendance de la lumière.

Les *inconvénients* résident dans ce fait que les moteurs, pour avoir leur plus grand rendement, ne devraient recevoir que des courants à basse fréquence, tandis que la lumière exige un minimum de fréquence beaucoup plus élevé. Les phénomènes spéciaux sur la ligne restent les mêmes à peu près qu'avec les courants triphasés.

Quand il s'agit de déterminer dans un cas particulier le système à choisir, le plus sage est encore de faire une comparaison limitée au cas à étudier, car aucun ne paraît encore devoir supplanter tous les autres d'une manière générale.

Pour établir le prix du transport, il suffit d'additionner les frais des divers éléments qui le comportent, frais qui peuvent être ramenés à l'unité du cheval transmis, sauf la ligne, qui dépend d'une manière plus spéciale du rendement adopté.

On peut évaluer les frais de création d'une chute hydraulique de 150 à 1500 fr. par cheval transmis; les bâtiments, de 10 à 100 fr.; les turbines, de 25 à 130 fr.; les dynamos, de 60 à 150 fr.; le tableau de réglage, de 5 à 30 fr.; et enfin les moteurs, de 50 à 120 fr., le tout par cheval transmis. La ligne coûtera une somme de 3000 à 8000 fr. par kilomètre, plus 2 fr. par kilog. de cuivre.

S'il y a des transformateurs à l'origine, on peut les taxer de 30 à 140 fr., et à l'arrivée, de 25 à 120 fr. par cheval.

On arrive ainsi, sans ces derniers appareils, de 300 à 2030 fr. par cheval, et en comptant, sans base bien sérieuse, il est vrai, 100 à 500 fr. pour la ligne, on arrive de 400 à 2530 fr. par cheval.

Avec ce dernier prix, on peut admettre qu'il est plus avantageux d'installer sur place des machines à vapeur, à moins que l'utilisation de l'énergie transmise n'atteigne un très grand nombre d'heures par jour.

Cette question de l'utilisation de la force pendant le plus grand nombre d'heures possible est donc du plus grand intérêt pour les transports à grande distance de forces hydrauliques à prix relativement élevé.

Le prix le plus bas que nous avons indiqué, de 400 fr. par cheval, suppose des circonstances exceptionnellement favorables, et en outre la ligne ne peut

guère coûter 100 fr. par cheval que s'il y a double transformation, ce qui amène une dépense supplémentaire de 55 à 260 fr. Le prix le plus bas qu'on puisse espérer n'est donc guère inférieur à 600 fr., et encore suppose-t-il une chute créée à très bas prix, et des machines dont le bon marché a pour corollaire une certaine imperfection.



LA FLORE DE NAPLES

AU PREMIER PRINTEMPS

PAR EDOUARD CORNAZ, D^r-méd.

Quand on est transporté rapidement, à la fin de mars, du pied de notre Jura à Naples, on est frappé des nombreux arbres cultivés que nous ne connaissons pas, du moins en pleine terre. Les grands Pins du voisinage de la mer, qu'on a déjà vus bien avant Rome, se retrouvent au moment où, du train de chemin de fer, se dessinent à gauche le sommet du Vésuve avec son panache de fumée, et à droite l'île d'Ischia: mais, à Naples même, à côté de l'Eucalyptus (*E. globulus L.*) en fleurs, qui est loin d'y être répandu comme dans les régions paludéennes, on remarque dans les jardins des Dattiers (*Phoenix dactylifera L.*) avec leurs régimes, qui ne mûrissent pas encore à cette latitude. L'Olivier et le Figuier sont trop répandus dans la région méditerranéenne pour manquer là. Le Néflier du Japon (*Eriobotrya japonica L.*) y montre déjà des fruits qu'on commence à manger à la fin d'avril. Mais, à Sorrente, à Amalfi et ailleurs, les « Agrumi », c'est-à-dire les fruits des Orangers et des Citronniers, sont une culture de la plus

haute importance, la vraie richesse du pays, et dans ce moment de l'année, on a des oranges à tous les repas.

Parmi les plantes herbacées de grande culture qui se rencontrent dans ce pays, je signalerai l'*Oxalis cernua Thunberg*, à fleurs assez grandes, d'un jaune citron, le *Lupinus albus L.*, qui forme des champs étendus, et le *Trifolium incarnatum L.*, moins fréquent.

Mais, on le comprend facilement, c'est la flore indigène du mois d'avril qu'il est le plus intéressant de comparer avec celle de notre pays, qu'il serait fastidieux de rappeler en détail ici: on peut établir, ce me semble, que ce sont des Renonculacées, les Violettes, les Primevères et les Saules, à côté de représentants isolés d'autres familles, qui caractérisent la flore du mois d'avril à Neuchâtel et généralement au pied de notre Jura.

Dans la partie des provinces de Naples et de Salerne qu'il m'a été possible d'explorer, soit Naples, Sorrente, l'île de Capri, Amalfi, même Pæstum, la flore présente un tout autre caractère à ce moment de l'année, comme le prouvera un résumé de mes herborisations.

Ce sont les *Papilionacées* qui s'y trouvent le plus représentées. D'abord, comme arbustes: *Sarothamnus vulgaris Wimm.*, *Cytisus sessilifolius L.*, *C. triflorus L'Hérit.*, *Calycotome villosa Link.*, *Coronilla Emerus L.*, et *Spartium junceum L.*; le Cytise à feuilles sessiles en particulier est très répandu et sert à Naples à orner les boutiques des marchands de fruits par ses jolies grappes de fleurs jaunes. Citons à la suite de ces plantes, plus ou moins élevées, l'*Anthyllis Barba*

Jovis *L.*, remarquable par des feuilles blanchâtres et des fleurs jaunâtres, qui orne les rochers près de Catara (Salerne), et le *Dorycnium hirsutum L.*, assez commun dans la même province. Puis, parmi les plantes franchement herbacées, les suivantes: *Bonaveria Securidaca Richb.*, *Coronilla valentina L.*, *Lathyrus Clymenum L.*, *Lotus Allionii Desv.*, *Lupinus angustifolius L.* (au sommet du monte dei Camaldoli, sur Meta), *Melilotus indica Desv.*, *Ornithopus compressus L.*, *Orobis variegatus Gren. et Godr.* (au-dessus d'Antignano, près Naples), *Pisum elatius Bieb.*, *Psoralea bituminosa L.*, dont l'odeur est si caractéristique, *Scorpiurus subvillosa L.*, *Trifolium nigrescens Viv.* (à Pæstum), *T. stellatum L.*, *T. subterraneum L.* (qui se trouve jusqu'au haut du col de la Torre di Chiunzi, mais réduit à une taille naine), *Vicia bithynica L.*, *V. cordata Wulf.* (à Pompéi), *V. grandiflora Scop.* (au-dessus d'Amalfi), *V. Pseudocracca Bert.* (à la Solfatare de Pouzzoles) et *V. villosa Roth.*

Si l'on réunit toutes les *Synanthérées* ou *Composées*, les représentants de cette grande famille n'atteindront pas même en nombre celle des *Papilionacées*. Parmi les *Corymbifères*, citons *Bellis sylvestris Cyrill.*, qui rappelle par sa fréquence et son faciès notre petite marguerite (*Bellis perennis L.*), puis *Anthemis nobilis L.*, *Pyrethrum Myconis L.*, belle fleur à ligules jaunes, fort abondante aux environs de Sorrente, *Calendula stellata Cav.* (*C. parviflora Raf.*), enfin *Phagnalon sordidum DC.*, *Helichrysum microphyllum Camb.* et *Evax pygmæa Pers.* (Salto di Tiberio, près Capri), l'une des plus petites plantes phanérogames. Les *Cynarocéphales* sont encore peu repré-

sentées en avril: je vis le *Carduus pycnocephalus* L., le *Galactites tomentosa* Moench, et le *Centaurea Cineraria* L.: cette dernière belle plante, dont les feuilles blanchâtres forment un si curieux contraste avec ses fleurs d'un rose vif, commençait à peine à fleurir sur les parois de rochers, voire même sur un toit à Amalfi, où elle doit faire un effet splendide au mois de mai. Enfin, comme Chicoracées, notons: *Hedypnois cretica* W., *H. monspeliensis* W., *Hyoseris radiata* L., *Picridium vulgare* Desf., *Seriola æthnensis* L., *Sonchus tenerrimus* L., *Urospermum asperum* Duby, espèce à faciès très particulier, sur les rochers d'Amalfi, *U. Dalechampii* Desf., sur laquelle je trouvais, aussi à Amalfi, une Orobanche parasite, dont la détermination reste à faire.

Les *Labiées* occupent le troisième rang: en fait d'arbustes se présentent *Rosmarinus officinalis* L. et *Teucrium fruticans* L.; ce dernier, rappelant de loin le Romarin, par la taille et la couleur de ses fleurs, est fréquent aux environs d'Amalfi, où il orne les rocailles calcaires, tandis que ce n'est qu'à l'île de Capri que j'ai rencontré le *Prasium majus* L., la seule Labiée européenne à fruits charnus; puis, parmi les espèces herbacées, mentionnons d'abord le genre *Micromeria*, représenté par le *M. approximata* Rehb. et le *M. græca* Benth., qui se trouvent l'un et l'autre, tant à l'île de Capri qu'aux environs d'Amalfi, tandis que le *M. juliana* Roth. que je vis au sommet du Piccolo monte San-Angelo, près Sorrente, fleurit dans une autre saison et ne présentait alors que des grappes desséchées. Ici appartiennent encore les espèces suivantes: *Ajuga Pseudo-Iva* Rob. et Cast., *Salvia verbenaca* L., *Sideritis romana* L., et *Stachys hirta* L.

La famille des Scrophulariacées est, à cette époque du moins, légèrement moins nombreuse que celle des Labiées: j'ai trouvé *Verbascum Bauhini* L. (à Amalfi), *Linaria Pelisseriana* D C. (île de Capri), *L. pilosa* D C. (sur un mur, près de Ravello), *L. Cymbalaria* Mill., *Veronica Cymbalaria* Bodard. et *Trixago latifolia* Rchb. (près de Sorrente).

Les *Orchidées* sont aussi assez fréquentes: à côté d'espèces que nous possédons, telles que *Anacamptis pyramidalis* Rich., *Orchis Morio* L., *Ophrys aranifera* Huds., on en trouve de plus intéressantes pour nous, à savoir: *Orchis longicruris* Kit. (environs de Sorrente), *O. papilionacea* L., remarquable par la taille de ses fleurs rouges, tandis que c'est par leur couleur d'un beau jaune que l'*O. pauciflora* Ten. (des collines des environs de Sorrente) attire l'attention, enfin *Serapias cordigera* L., abondant à la Solfatare de Pouzzoles.

Les *Borraginées* sont tout aussi fréquentes et présentent plus d'espèces nouvelles pour nous: l'une des plus gracieuses est le *Cerinthe aspera* Roth., dont la fleur, rappelant beaucoup celle des Consoudes, est moitié jaune et moitié brun-rouge, couleurs nettement séparées horizontalement, tandis que dans une variété moins fréquente (var. *concolor*), toute la corolle est jaune-citron: je trouvai tant le type que la variété entre Agerola et les Camaldules de Naples. En fait d'autres *Borraginées*, j'ai rencontré *Echium calycinum* Viv., *E. plantagineum* L., *Lycopsis variegata* L., très variable de faciès et de taille, *Lithospermum purpureo-cœruleum* L. et *Symphytum bulbosum* Schimp., les trois premières dans les lieux secs, les

deux autres dans de petits bois du Valle Reginola, sur Minori (Salerne).

Le genre *Allium*, de la famille des *Liliacées*, est représenté par plusieurs espèces intéressantes, à savoir: *A. neapolitanum* *Cyr.*, à grandes fleurs blanches, fréquent tant à Naples qu'à Sorrente, *A. triquetrum* *L.*, qu'on trouve aussi à Naples, mais bien plus abondant à l'île de Capri, *A. subhirsutum* *L.*, des deux côtés de la presqu'île de Sorrente, et *A. pendulinum* *Ten.*, que je n'ai vu qu'entre Agerola et les Camaldules de Naples. Le *Bellevalia trifoliata* *Kunth.*, muni de gros bulbes à enveloppe rouge, et le *Muscari neglectum* *Guss.* se trouvent dans les environs de Sorrente. Mais, la Liliacée qui attire le plus l'attention par sa taille et sa fréquence, c'est l'*Asphodelus microcarpus* *Viv.*, qui est souvent répandu sur de grandes étendues de terrain.

Les *Crucifères* ne sont relativement pas très nombreuses: l'*Arabis collina* *Ten.* est fort commune, tandis que je ne vis l'*A. verna* *R. Br.*, à petites fleurs violettes, que près de Ravello, le *Biscutella lyrata* *L.*, à l'île de Capri, le *Brassica fruticulosa* *Cyr.*, au-dessus d'Amalfi; quant au *Koniga maritima* *R. Br.*, il est fréquent, comme généralement dans le voisinage de la mer.

Les *Géraniacées* sont représentées par le *Geranium lucidum* *L.* et le *G. nodosum* *L.*, qui se trouvent tous deux en Suisse, ce dernier même, comme irradiation de la flore méditerranéenne jusqu'à Lamboing, dans le Jura bernois; puis par l'*Erodium malacoides* *Willd.* et l'*E. romanum* *L'Hérit.*, ce dernier en exemplaires nains près de la Torre di Chiunzo: quant à de grands représentants du même genre que je vis

près du temple de Neptune à Pæstum, absorbé par la vue des splendides monuments de la Grande-Grèce, je négligeai de les récolter, ce qui ne me permet pas de dire à quelle espèce ils appartiennent.

C'est également par leur taille et leur abondance que l'*Euphorbia Characias* L. et l'*E. dendroides* L. attirent forcément les regards, tandis que je ne vis l'*E. spinosa* L. que sur les pentes arides du monte Solaro (île de Capri); l'*E. pinea* L. d'Amalfi vient compléter le nombre des *Euphorbiacées*.

Des quatre *Graminées* que j'ai récoltées, à côté d'une des plus communes (*Hordeum murinum* L.), il en est trois qui méritent d'être mentionnées, ce sont, l'*Ampelodesmos tenax* Link., l'*Andropogon hirtum* L., de l'île de Capri, l'*Avena barbata* Brot., des environs d'Amalfi.

L'*Anemone apennina* L., à fleurs tantôt blanches et tantôt lilas, rappelle par là deux de nos plus jolies fleurs vernales, l'*A. nemorosa* L. et l'*A. Hepatica* L.; mais c'est seulement de la première qu'elle se rapproche en réalité: elle abonde dans les petites forêts. Dans les gazons, en revanche, fleurit l'*A. hortensis* L., à belles fleurs purpurines. Sauf ces deux espèces, la famille des *Renonculacées* ne m'a présenté que le *Ranunculus muricatus* L., que j'ai trouvé isolément au-dessus d'Amalfi et à Pæstum.

Je m'attendais à trouver de nombreuses espèces de la famille des *Cistinées*, très spécialement du genre éminemment méditerranéen des *Cistus*: j'ai été un peu déçu, n'ayant jamais vu que le *C. salviifolius* L., dont les fleurs blanches se trouvent tant à l'île de Capri, entre la Punta Tragana et la mer, que le long de la route de Maiori à Vietri, près du Capo

d'Orso, localité où croît aussi, mais moins nombreux, le *C. villosus* *L.*, à fleurs roses.

Voici enfin les représentants d'autres familles, dont je ne retrouvai que deux ou même une seule espèce.

Parmi les arbres, le plus remarquable est l'*Alnus cordifolia* *Ten.*, dont on voit se former en avril les fleurs et les feuilles, à côté des restes des fruits de l'année précédente: une fois suffisamment développées, les feuilles légitiment bien par leur forme le nom spécifique de cette *Bétulinée* spéciale à l'Italie méridionale et à la Corse; cet arbre se trouve assez généralement à une certaine hauteur sur les collines de la province de Naples et de celle de Salerne, où il forme de petites forêts par ses troncs élancés, mais non d'un fort diamètre. Sans atteindre, ni à beaucoup près une haute taille, le *Pinus Laricio* *Poir.* occupe le sommet du monte Carvano, au-dessus de Meta, dont les flancs ont des *boschetti* de l'espèce précédente, et où je trouvai aussi le Charme (*Carpinus Betulus* *L.*): c'est de ce sommet que j'eus la plus belle vue simultanée sur le golfe de Naples et sur celui de Salerne, que cette montagne semble surplomber.

En fait d'arbrisseaux, citons le Laurier-tin (*Viburnum Tinus* *L.*) que nous n'avons que dans les jardins: les exemplaires du *Pistacia Lentiscus* *L.*, que je trouvai sur les rocailles près de Massa lubriense, ne dépassaient pas la taille des arbrisseaux. L'*Arbutus Unedo* *L.*, déjà en fruits et l'*Erica arborea* *L.*, dont les jolies petites fleurs blanches ornent les lieux arides, ne sont rares ni l'une, ni l'autre: cette dernière n'est plus qu'un arbuste, de même que deux *Thyméléacées*, le *Passerina hirsuta* *L.* (île de Capri) et

le *Thymelæa Tartonraira All.* (environs d'Amalfi). On peut citer encore ici l'*Osyris alba L.*

Sur les murs se rencontrent le *Parietaria erecta M. et K.* et le *P. diffusa M. et K.*, ainsi que le *Reseda alba L.*, qui s'accommode parfois de ce genre de station, et le *Fumaria maior Bad.* (Sorrente). Le *Gymnogramme leptophylla Desv.* se trouve abondamment sur les murs de Sorrente et est moins fréquent sur ceux de Ravello, tandis que je ne trouvai le *Cheilanthes odora Sw.* que sur un mur de Conca Marini (Salerno). Bien qu'elle ne fût pas alors en fruits, je dois mentionner aussi la *Selaginella denticulata Sw.*, *Lycopodiacee* qui rappelle beaucoup sa congénère la *S. helvetica Spring.* des Alpes, et qui pousse souvent aussi, mais non exclusivement, sur les rochers, de même que le *Vaillantia muralis L.*, que je rencontrai au-dessous de Ravello, après l'avoir déjà vu à la fin de mars sur les ruines du Forum romain.

Mais, la plante la plus curieuse qu'il me fut donné d'observer sur les murs, c'est le *Mesembryanthemum acinaciforme L.*, plante du Cap, aujourd'hui naturalisée à Capri et cultivée à Amalfi: c'est une plante grasse, dont les feuilles présentent une section triangulaire et qui a des fleurs grandes et remarquablement belles, tantôt d'un rouge carmin vif et tantôt d'un beau jaune.

Le *Smilax aspera L.* et le *Ruscus aculeatus L.* poussent sur les collines rocailleuses. Mais ce qui frappe le plus pour ce genre de station, ce sont l'*Agave americana L.*, improprement nommé Aloès, et une grande espèce d'*Opuntia*, que la taille et la longueur de ses épines différencient complètement

de la petite espèce du même genre de Cactus des rochers de Sion: rien ne caractérise mieux le paysage de ce genre de station napolitaine que ces deux espèces qui n'étaient point alors en fleurs, et les Asphodèles, mentionnés avec les autres Liliacées. On trouve souvent aussi parmi les rocailles le *Rosa sempervirens* L., mais il n'était pas alors fleuri, et de ce genre, je ne vis jamais que deux uniques fleurs sur un *R. tomentella* Lém., au Valle Tramonti: il ne m'a pas paru que ce pays dût fournir une riche récolte aux rhodologues.

Sous bois, dans les « boschetti », au Valle Reginola, sur Minori, se trouvent l'*Aristolochia pallida* Willd., l'*Arum italicum* Mill., l'*Asperula taurina* L. avec le *Lithospermum purpureo-cœruleum* L. et le *Symphytum bulbosum* Schimp., déjà mentionnés.

Sans être aussi exclusif, bien qu'aimant l'ombre, se trouve fréquemment aux environs de Sorrente et d'Amalfi, le *Cyclamen repandum* S. et S., à fleurs printanières, d'où le synonyme de *C. vernum*, qui ressemble beaucoup à notre espèce automnale, le *C. europæum* L., dont le différencient la dentelure grossière des feuilles et l'absence d'odeur des fleurs. Cette *Primulacée* amène tout naturellement à se poser la question si aucune de nos trois Primevères vernales à fleurs jaunes ne se rencontre dans la région de Naples: cela est partout infiniment probable; en tout cas, à Rome, à la fin de mars, on vendait de charmants petits bouquets formés uniquement de fleurs du *Primula vulgaris* Huds. et de fleurs lilas d'*Anemone apennina* L.; puis, les dites Primevères fleurissant chez nous en avril, ne seraient évidemment plus en fleurs le même mois, avec le

climat de Naples. J'eus le regret de ne pouvoir aller récolter une autre espèce de ce dernier genre, le *P. Palinuri Pet.*, tirant son nom du cap Palinuro, sa patrie, qui, bien que faisant encore partie de la province de Salerne, est trop éloigné d'Amalfi et trop distant du chemin de fer pour que la chose m'ait été possible: M. le professeur Pirotta m'avait fait voir au Jardin botanique royal de Rome cette belle espèce à fleurs jaunes, de la section des Auricules.

Pendant que j'en suis au chapitre des regrets, comment oublier le *Campanula fragilis Cyr.*, si fréquent sur les rochers, mais dont la floraison est plus tardive que l'époque de mon séjour, et le *Woodwardia radicans Sw.*, que je ne sus trouver faute d'indication suffisante, bien que cette Fougère soit indiquée dans les environs de Sorrente.

Parmi les décombres et au pied des murs croit le *Hyoscyamus albus L.*; le long des routes, près de Sorrente, le *Convolvulus tenuissimus S. et S.* Un sol sablonneux, au-dessus d'Antignano, me fournit un seul exemplaire d'un *Herniaria*, qui paraît être le *microcarpa Presl.*

Citons enfin les quelques espèces suivantes: *Polygala rosea Desf.*, *Silene pendula L.*, *Cerastium campanulatum L.*, *C. repens L.*, *Linum angustifolium Huds.*, *L. tenuifolium L.*, *Oxalis corniculata L.*, *Plantago Psyllium L.*, *Rumex bucephalophorus L.*, *Gladiolus segetum Gawl.* (Capri et Amalfi) et *Carex Linkii Willd.*, qui termineront la liste de ce que j'ai pu trouver, sauf une ou deux espèces dont la détermination me laisse quelque doute.

Il va sans dire que si j'eusse pris note de toutes les espèces qui nous sont communes avec la région

de Naples, mon énumération se serait augmentée de plusieurs encore; il est en outre regrettable que je n'aie pu visiter divers points intéressants, tels que l'île d'Ischia, le Monte Nuovo (139^m), près de Pouzzoles, le Vésuve (1200 à 1300^m) et surtout son voisin, le Monte Somma (1137^m), le Monte San-Angelo (1443^m), au-dessus de Castellamare di Stabio; ce qui m'en console un peu, c'est que le Dr Francesco Balsamo, directeur-adjoint du Jardin botanique royal, à Naples, m'avertit que j'arrivais trop tôt au point de vue botanique; mais cette remarque n'aurait pas eu autant de valeur pour le cap Palinuro, l'île d'Ischia et même peut-être pour le Monte Nuovo, que pour les trois montagnes élevées que j'ai mentionnées ci-dessus.

Le sous-sol dans toute la région que j'ai parcourue est calcaire. Rappelons aussi que la saison qui avait précédé le mois d'avril 1893 avait été exceptionnellement chaude et dépourvue de pluie, ce qui là, comme ailleurs, a dû avoir sur la végétation une influence qu'on ne peut méconnaître, mais qui ne pourrait s'établir que par une comparaison avec d'autres années, soin que je dois laisser aux botanistes de Naples et de Salerne.

Quoi qu'il en soit, mon matériel me paraît suffisant pour démontrer quelle différence il y a, soit quant aux familles et aux genres représentés, soit entre l'époque de la floraison des mêmes espèces (j'en ai cité quelques-unes) entre Neuchâtel et Naples. La fréquence des Papilionacées, des Labiées, puis des Liliacées (genre *Allium*, en particulier), des Borraginées et des espèces du genre *Euphorbia* me paraissent caractériser surtout la flore napolitaine du mois

d'avril; d'autres familles, plus précoces que dans notre région, n'y paraissent pas plus fréquentes proportionnellement; il importe enfin de signaler l'absence complète des Saules, bien frappante lors d'une comparaison avec notre flore locale. En abrégeant d'ailleurs des conclusions qu'il paraît facile de prolonger, j'ai hâte de terminer cet aperçu, qui s'est beaucoup plus prolongé sous ma plume que je n'en avais l'intention.



SUR LES LAPIÉS DU JURA

PAR L. ROLLIER, PROFESSEUR

Le phénomène géologique si connu dans les Alpes sous le nom de *lapiés* (*lapiaz*, *Karrenfelder*) a été rarement observé et peu décrit dans le Jura. C'est ce que constate une étude récente publiée comme dissertation inaugurale¹ en comblant cette lacune pour le Jura vaudois, mais en proposant, avec de Charpentier² et M. Renevier³, une explication du phénomène qui ne nous paraît pas juste, et ne peut pas s'appliquer au Jura, comme nous allons le faire voir.

La raison pour laquelle les lapiés ont souvent passé inaperçus dans le Jura, c'est qu'ils y sont le plus souvent recouverts par le diluvium, ou bien situés dans les forêts et cachés par les mousses qui croissent à l'ombre des sapins. Tels sont en partie ceux que signale M. Ratzel dans le Jura vaudois, et pour lesquels M. Heim⁴ a employé en général l'expression de *lapiés fossiles*, comme n'étant plus actuellement ou du moins temporairement en voie de formation.

¹ *Ueber Karrenfelder im Jura und Verwandtes*, 4^e, Leipzig 1891.

² *Essai sur les glaciers*, p. 105.

³ *Monographie des Hautes-Alpes vaudoises*, p. 500-501.

⁴ *Jahrbuch des S. A. C.*, t. XIII, p. 428.

Quelques auteurs ¹ ont même affirmé que les lapiés manquent tout à fait au Jura, assertion qu'à l'exemple de M. Ratzel il nous est facile de réfuter pour ce qui concerne le Jura neuchâtelois, bernois et français.

On ne rencontre pas les lapiés sur toutes les espèces de roches; par exemple, jamais sur le granit. Il faut pour leur formation des conditions que nous allons examiner, et qui ne sont pas toujours remplies par les roches calcaires, sur lesquelles on les observe le plus souvent. C'est de l'étude et de la recherche de ces conditions que nous pourrions juger de l'origine des lapiés, ainsi que de la physionomie que présentaient pendant les périodes glaciaires les régions où ils s'observent actuellement.

Les lapiés en voie de formation sont rares dans le Jura, comme il a été dit, parce que les bancs calcaires sont en général peu découverts sur de grandes surfaces, ou le sont depuis relativement peu de temps. C'est surtout le cas au pied du Jura, où les surfaces polies sont plutôt la règle. Cependant çà et là où le recouvrement morainique est enlevé depuis longtemps, on remarque des lapiés en voie de formation. Tels sont ceux qu'on rencontre au-dessus de Boujean près de Bienne, à l'altitude de 540 mètres en suivant l'ancienne route du vallon de Saint-Imier, rive gauche de la Suze, près des blocs erratiques figurant sur la carte au 1 : 25000.

Ils sont taillés à l'épiclive d'une couche dénudée du portlandien supérieur, inclinée à 20° au S.-E. On trouve trois surfaces principales couvertes de lapiés. La plus grande mesure 150 mètres de long sur 30 de

¹ B. Studer. — *Lehrbuch der physikalischen Geographie*, p. 341.

large. Une autre plus petite est située un peu plus haut, et séparée de la première par une dépression semée de blocs erratiques de protogine et de gneiss. Une troisième se trouve à l'est des précédentes, sur une couche encore plus élevée du portlandien supérieur. La nature de ce calcaire est un peu bréchoïde, d'une couleur pâle, d'une composition très peu argileuse, mais rempli de fissures et de veines qui le rendent peu solide. Il est en outre traversé par des diaclases dans deux directions à peu près perpendiculaires, ce qu'on voit bien dans une carrière située à proximité du champ lapiaire. La surface de ce champ est précisément celle d'un réseau quadrillé correspondant aux diaclases du calcaire en profondeur. Les découpures du calcaire laissent entre elles des blocs de pierre en place, ressemblant à des *tabourets* placés les uns à côté des autres. Cette surface découpée porte aussi le nom local assez explicite de *Auf den Stühlen*. Les plus grandes diaclases de la couche découpée en lapiés courent suivant l'horizontale du plan incliné; elles ont plusieurs mètres de longueur et sont élargies par l'érosion du calcaire sur un ou plusieurs décimètres de largeur et sur un ou plusieurs mètres en profondeur. Les surfaces verticales de la roche dans ces fentes sont parcourues verticalement par des rainures d'érosion de quelques centimètres de largeur, ce qu'on voit bien sur les blocs exploités pour moellons dans la carrière. Les autres fentes de calcaire, les diaclases dirigées suivant l'angle de plus grande pente de la couche, sont moins régulières, moins grandes, et subordonnées aux premières qui sont en moyenne espacées de 1 à 2 mètres l'une de l'autre. Les caractères d'érosion de

toutes ces découpures sont du reste les mêmes. Au fond des lapiés, où existe un mince dépôt de terreau noir, croissent surtout des fougères. A la surface, çà et là quelques plantes de la région accompagnées de plantes alpines comme *Saxifraga Aizoon*¹, un peu rabougries, il est vrai, mais qu'une année précédente nous avons vues en pleine floraison.

Le caractère physique de la surface de ces lapiés est d'une rugosité extraordinaire, qu'on ne rencontre pas à ce degré dans les lapiés alpins, et qui s'explique par la nature bréchoïde du calcaire. Les fragments de roche qui remplacent souvent les tabourets ou proviennent de leur désagrégation, sont eux-mêmes couverts de rainures et de petits creux suivant les fissures du calcaire. Les lichens calcicoles recouvrent uniformément ces débris qui sont d'un gris très laid, auquel fait place un vert tendre de chlorophylle lorsqu'on cherche à mettre à nu la surface du calcaire.

Une observation très importante pour expliquer l'origine du phénomène qui nous occupe, peut être faite à propos d'un bloc erratique situé au beau milieu du champ lapiaire. C'est un bloc de protogine du Mont-Blanc, d'environ 50 mètres cubes ($3 \times 4 \times 5$), posé sur une sorte de piédestal du roc portlandien, mesurant $\frac{1}{2}$ mètre de haut. La base du monolithe est d'au moins 15 mètres carrés. Tout à l'entour du bloc se trouvent des lapiés; on voit arriver toutes les découpures jusqu'au piédestal du bloc erratique, de tous côtés, mais aucune ne traverse le piédestal ni ne passe outre par-dessous le bloc. *Il n'y a pas de lapiés sous le bloc erratique.* On a sur cette surface

¹ Nous avons aperçu voltigeant dans ces rocailles, au voisinage de la Suze, le joli *Tichodrome de muraille*, au matin du 7 janvier 1894.

rocheuse la preuve que l'érosion pluviale séculaire est la seule cause de la formation de ces lapiés après le dépôt des blocs erratiques néoglaciatres.

On peut observer quelque chose d'analogue dans la forêt du Kalchgraben, à l'est de Soleure, où quelques blocs erratiques reposent directement sur le roc kimmérien. Le *Hohle Stein*, au nord-est de Douanne, suivant une communication de M. Baumberger, est dans le même cas, c'est-à-dire qu'il abrite un roc absolument dépourvu de lapiés. En présence de ces faits, qui pourront se reproduire ailleurs, nous ne pouvons conserver le moindre doute sur l'origine des lapiés tout simplement par voie d'érosion pluviale. Ailleurs, c'est le diluvium qui sert de couverture à la roche contre la formation des lapiés. Est-il maintenant nécessaire d'ajouter combien les faits que nous venons de signaler demeurent inexplicables, en recherchant l'origine des lapiés dans l'action de l'eau qui s'écoulait des anciens glaciers?

Entre les deux champs lapiatres de Boujean se trouve une dépression occupée par le diluvium néoglaciatre, c'est-à-dire de l'argile à cailloux alpins roulés, blocs de protogine et de gneiss. On ne peut nier que le glacier du Rhône n'ait passé par-dessus l'emplacement de nos lapiés. L'altitude du point considéré est, du reste, inférieure aux moraines néoglaciatres de Frinvilliers et aux roches polies d'Evilard. Comment donc se fait-il que ces surfaces soient restées à peu près dépourvues de diluvium, tandis que partout ailleurs, et surtout sur la rive droite de la Suze au-dessus de Boujean, il forme un manteau non interrompu? L'explication nous paraît facile à donner, en considérant la position des gorges par

rapport au mouvement du glacier. Il doit y avoir eu arrêt de la moraine profonde par les gorges où il s'en trouve des restes, tandis que les *Stühle* n'ont reçu que les débris de la surface du glacier, lors de son retrait. Il semble rationnel d'admettre que les lapiés ont commencé à se former sur des roches plus ou moins polies; toutefois, nous n'avons pas réussi à en découvrir sous les blocs erratiques.

Une objection survient à propos des roches polies du pied du Jura, et en particulier de celles d'Evilard, dont on pourrait avoir de la peine à s'expliquer l'état actuel de conservation en présence des lapiés. Il ne faut pas oublier cependant que les roches polies ne sont jamais conservées que sous une couverture de diluvium. Là où elles s'observent naturellement, il ne s'agit que de petits affleurements où les pluies et des causes fortuites détruisent ou déplacent la couverture glaciaire. Tel est le cas à Evilard et au Landeron. On n'observe nulle part, au pied du Jura, des surfaces polies, naturellement découvertes, égalant la centième partie des lapiés dont nous parlons.

En résumé, les lapiés de Boujean offrent les caractères de l'érosion pluviale combinée avec l'action des lichens calcivores; ils nous montrent la nature à l'œuvre dans la destruction des calcaires. Les blocs erratiques néoglaciaires déposés sur ces roches ont joué le rôle de toit protecteur dans la désagrégation et la dissolution lentes de ces surfaces; ils indiquent l'âge des lapiés, tout en laissant apprécier la vitesse (ou la lenteur) du phénomène d'érosion.

Il existe partout, au pied du Jura, sur les calcaires portlandiens, néocomiens ou urgoniens non recouverts naturellement par le diluvium néoglaciaire, des

formations analogues plus ou moins accentuées suivant la dureté, l'épaisseur et l'inclinaison des bancs, auxquelles on peut attribuer partout le même âge postglaciaire ou à partir du retrait du dernier glacier du Rhône.

Passons maintenant aux régions du Jura situées en dehors de la grande moraine reconnue par M. L. Du Pasquier ¹, depuis Bullet jusqu'à Wangen. La localité la plus à portée présentant un champ lapiaire analogue à ceux signalés par M. Ratzel dans le Jura vaudois se trouve à l'entrée des Prés-Vaillons, dans le bois situé entre les Ravières et le Caillou, à l'est de Nods. Nous avons affaire ici à des lapiés recouverts de mousses et de sapins. Leurs caractères n'en sont pas moins saillants. Ce sont des surfaces érodées du calcaire portlandien, qui méritent autant, sinon mieux que les *Stühle* de Boujean, la comparaison avec des tabourets de pierre. La profondeur des sillons ou des rainures n'excède pas, il est vrai, celle que nous avons rencontrée à Boujean, mais bien leur largeur qui est parfois de plusieurs pieds. L'action dissolvante de l'eau de pluie est plus ou moins favorisée par le tapis végétal; leur action combinée dépose dans les rainures un terreau noirâtre, qui a en outre permis aux sapins de prendre racine dans ce sol crevassé. Si pur que paraisse un calcaire au point de vue pétrographique, il contient toujours chimiquement une certaine quantité d'argile que l'eau ne dissout pas et qui s'accumule dans les sillons des lapiés ou finit par les enterrer, ce que nous allons voir dans notre troisième exemple de champ lapiaire du Jura.

¹ Bulletin, t. XX, p. 32, 11 février 1892.

La moraine profonde du finage de Nods vient s'atténuer au bord occidental de ces lapiés, tandis que les blocs de protogine ont passé outre de quelques centaines de mètres sur le flanc du Chasseral et dans le vallon des Prés-Vaillons. Nous n'avons en outre remarqué que de petits blocs erratiques dans les lapiés, sans en pouvoir tirer aucune déduction. Mais en poursuivant l'ordre d'idées que nous avons développé plus haut, nous pensons que ce champ lapiaire doit être plus ancien que la dernière glaciation. Sa position au bord du glacier nous explique son mode de préservation. On n'observe plus de roches polies à cette altitude (950 mètres) dans la contrée.

La position des lapiés de Nods semble parler en faveur de l'opinion que nous avons combattue à propos de ceux de Boujean, mais c'est une simple coïncidence qui n'infirme en rien notre manière de voir, un cas fort possible dans notre théorie. Il en existe par contre très souvent en dehors des moraines, comme sur les flancs et au sommet du Chasseral, de Tête-de-Ran et ailleurs, sur les pâturages peu recouverts de terre. On les voit souvent à demi enfouis dans le limon argileux, résidu de la dissolution des calcaires. Sur les surfaces fortement inclinées, ils affectent des formes et des dimensions un peu différentes. Ce sont de longues rainures suivant l'angle de plus grande pente, où l'eau de pluie ne fait que glisser et ne produit pas les découpures ordinaires. La présence de ces lapiés jusqu'aux sommités où l'on n'a jamais rencontré de matériaux erratiques, exclut bien l'action des anciens glaciers.

Un champ lapiaire d'un âge plus ancien que le diluvium mésoglaciaire du Jura, est celui du Plan-

Marmet, au nord du Pâquier. Il est traversé par la route de Saint-Imier et se prolonge sur le crêt kimérien de l'Himelette. Celui-ci est à moitié recouvert de diluvium mésoglaciaire, avec fragments erratiques. On observe, en effet, dans toute cette région située en dehors de la moraine néoglaciaire, une argile fine, résultant de la désagrégation lente des calcaires, et qui a été remaniée par les glaciers alpins lors de leur plus grande extension à travers le Jura (Ornans, Courrendlin, Waldenbourg). Cette argile renferme dans ses assises les plus profondes (Chaux-de-Fonds, Chaux-d'Abel), des blocs valaisans, principalement des schistes chloriteux, des mica-schistes, des gneiss et des quartzites, preuves de son remaniement, et qui en font une moraine profonde des mieux caractérisées. C'est cette moraine de fond qui recouvre le champ lapiaire du Plan-Marmet ; nous avons même observé un petit bloc erratique dans l'une des rainures lapiaires, et entouré d'argile ou de lehm. Evidemment l'âge de ce champ lapiaire remonte à la période continentale qui a précédé la grande extension des glaciers qui ont déposé le diluvium de l'intérieur du Jura (mésoglaciaire). On peut certainement appliquer à ce champ lapiaire la dénomination de *lapiés fossiles*, car, actuellement recouvert d'argile, on ne saurait guère le considérer comme étant encore en voie de formation. Ses caractères d'érosion sont beaucoup moins accentués que ceux des lapiés découverts ; à part les grands sillons qui traversent la roche, il n'y a que peu de débris à sa surface, précisément en raison du remaniement mésoglaciaire. L'action du glacier doit même avoir effacé les aspérités préexistantes de la roche. Aussi bien les

lapiés les plus anciens, du moins ceux actuellement enfouis sous le diluvium, ne sont-ils ni les plus profonds, ni les plus saillants.

On en rencontre beaucoup d'analogues sur le territoire des Franches-Montagnes, dans le Jura neuchâtelois et dans le Jura français. Partout les rocailles des pâturages sont percées de trous, sillonnées de rainures d'érosion, plus ou moins cachées sous le lehm qui caractérise ces parages. (Les Fonges près des Breuleux, la Chaux-d'Abel, la Chaux-du-Milieu, les Lavottes au nord de Morteau, Guyans-Vennes, Gilley, Pierrefontaine, etc.) On les observe de préférence sur les calcaires compacts du kimméridien et sur la pierre blanche ou Forest-Marble du bathonien supérieur. Les calcaires marneux ou oolithiques de la plupart des étages du dogger (oolithe inférieure) et du malm (oolithe supérieure) sont trop désagrégeables pour pouvoir produire des lapiés.

Tous ces champs lapiaires doivent dater de très loin, puisque les alluvions mésoglaciaires (la Morèle au nord de Pontarlier) sont les derniers dépôts fluvio-glaciaires du Haut-Jura, au-dessous desquels on les voit passer (la Chaux-de-Gilley). Il est toutefois possible qu'en bien des points l'érosion atmosphérique de tous les temps ait continué et continue encore la formation de ces lapiés, à laquelle s'ajoute souvent l'action des racines des arbres, qui perforent les calcaires partout où leur masse est incohérente ou fissurée. Cette dernière cause de désagrégation n'est toutefois guère appréciable sur les roches nues et compactes que nous avons signalées et où les lapiés sont uniquement dus à l'érosion pluviale.

Le plus bel exemple que nous ayons rencontré dans le Jura pour le phénomène d'érosion qui nous occupe, s'observe sur le Forest-Marble de la Billaude, près de Champagnole. On voit, au bord de la route nationale qui suit la vallée d'érosion de la Billaude, une grande surface lapiaire dans les calcaires du bathonien supérieur, occupant une position horizontale. Ce sont des tabourets des mieux caractérisés, isolés de tous côtés par des sillons assez larges, dont le fond est occupé par le résidu argileux de la dissolution des calcaires. Cette terre nourrit des fougères qui prospèrent admirablement ainsi à l'ombre.

Sur le plateau adjacent, formé de calcaire séquanien, se trouvent, à une différence d'altitude de 100 mètres environ, des lambeaux d'alluvion ancienne ou morainique, tandis qu'on n'en rencontre aucune trace dans la vallée. A Champagnole même se trouve un dépôt fluviatile le long de l'Ain. La vallée de la Billaude a été creusée dans les calcaires séquaniens, puis dans les marno-calcaires argoviens, dans les marnes oxfordiennes, et l'érosion s'est arrêtée aux roches dures de l'oolithique (dogger), qui offrirent au début une surface unie. A l'érosion fluviale, relativement rapide, d'une époque d'eaux abondantes (mésoglaciale), succéda l'érosion pluviale, beaucoup plus lente, quand la vallée cessa d'être creusée par la rivière. De glaciers, pas de traces au fond de la vallée, ni dans le voisinage des lapiés; évidemment leur formation est bien indépendante de l'action glaciaire dans ces parages.

On observe entre Loulle et Pillemoine, sur le plateau de Châtelneuf, une surface calcaire horizontale sillonnée en tous sens par des rainures d'érosion qui

conduisent à des trous verticaux dans la roche, et où l'eau des pluies se perd sous terre. Rien de plus curieux que cette surface d'érosion : les sillons sont plus larges et plus profonds vers le point où ils aboutissent aux fissures verticales qu'à leur origine ; leur parcours est fortement ondulé, simulant des méandres de rivières en miniature. On voit des sillons principaux où aboutissent d'autres rainures plus petites, ou bien un tuyau vertical duquel rayonnent des rigoles dans toutes les directions. La surface ainsi creusée par l'eau de pluie est entièrement dépourvue de végétation, de même les sillons ; c'est le roc nu nommé vulgairement *lazines* ou *laizines* (*laves*, *jaluzes*, *lauzes*, dans d'autres cantons). Le calcaire séquanien qui porte ces rainures est ici très compact, peu fissuré, ce qui implique une érosion très lente.



QUELQUES MOTS SUR L'ASTER GARIBALDII (Brügger)

PAR EDOUARD CORNAZ, D^r-méd.

Dans les *Verhandlungen der schweizerischen naturforschenden Gesellschaft* de la session de Samaden (1863), se trouve un article du Dr Christian Brügger, de Churwalden, sur la plante qu'il a nommée *Aster Garibaldii* (Chur, in-8^o, p. 229-233) et qu'il considère comme une espèce intermédiaire entre l'*Aster alpinus* L., et l'*A. Amellus* L. Il l'avait découverte vers le bloc de rochers dit « Sasso di Garibaldi », près des Vieux bains de Bormio, puis il la trouva aussi dans la Basse-Engadine, sur la route de Fetta à Guarda par Ardez, enfin dans la vallée d'Oberhalbstein, près de Marmels et Molins, points situés à une hauteur de 1350 à 1650 mètres, et tous situés dans la Rhétie. Ajoutons que M. Brügger l'a trouvée plus tard au côté nord de la colline du château de Tarasp (Basse-Engadine).

Lors de mes séjours aux Bains de Bormio, j'ai longtemps cherché inutilement cette intéressante plante qui, d'après le Dr Levier, se trouvait en 1870 et 1871 jusqu'aux portes des Nouveaux bains, et M. Massimo Longa, instituteur à Bormio, me rapporta ne l'avoir jamais vue, mais avoir appris qu'un de ses collègues en avait rencontré un unique exemplaire.

Toutefois, au bout de quelques années, la question changea, et nous en récoltâmes, tant l'un que l'autre, dans un grand nombre de localités, telles que les pentes de l'Areit, au-dessus de Bormio, les rochers de San-Pietro Marcellino, les prés de Campello et Scalotte, ceux au-dessus de San-Antonio delle Scale (vulgairement dit: Scianno), près du lago delle Scale, sous Terregua au Val Furva, etc., presque toujours, sinon constamment accompagné de l'*Aster alpinus*.

Il y avait déjà là une forte présomption pour identifier l'*A. Garibaldii* à cette espèce linnéenne; mais ce qui force à l'admettre, c'est le fait qu'un même pied peut avoir simultanément une tige monocéphale (*A. alpinus*) et une munie de plusieurs calathides (*A. Garibaldii*); c'est près du charmant lac alpin delle Scale, sur le chemin du valle di Fraële, que je constatai pour la première fois la chose, qui n'est point isolée, et dont j'ai l'honneur de vous présenter un exemple, avec de beaux spécimens de l'*A. Garibaldii* parfaitement caractérisés. Ceux-ci vous démontrent quel port spécial présente souvent cette forme, les rameaux latéraux s'insérant à des hauteurs variables de la tige, parfois même dès sa base. Il faut donc revoir de très près les sept caractères par lesquels M. Brügger croyait pouvoir distinguer l'*A. Garibaldii* de l'*A. alpinus*, le seul qui semblât vraiment bien établi, c'est-à-dire la pluralité des calathides, n'ayant plus de valeur devant le fait que je viens de citer et de mettre sous vos yeux.

A quoi donc tient-il que certaines années la forme polycéphale de l'*A. alpinus* manque à Bormio, où elle est abondamment représentée d'autres années? Si je ne me trompe, c'est dans la sécheresse de cer-

tains étés qu'il faut en chercher la cause, la chaleur paraissant amener plus facilement le développement de calathides latérales dans cette espèce. C'est ce que j'ai constaté précédemment et que M. Longa a vu très particulièrement en 1893. M. Brügger avait trouvé son *A. Garibaldii* aux mois d'août et de septembre; je puis établir qu'à Bormio du moins, il fleurit dès le mois de juillet.

Il va sans dire qu'il y aurait lieu d'étudier si dans l'Oberhalbstein on ne trouve pas l'*Aster alpinus*, ce que l'honorable professeur de Coire niait, tant pour cette vallée que pour la Basse-Engadine, et de voir si, certaines années du moins, l'*Aster alpinus* ne s'y rencontre pas sous sa forme ordinaire (monocéphale) et d'autres comme *A. Garibaldii*. Des recherches continuées dans ces vallées y feraient probablement aussi rencontrer des exemplaires présentant simultanément les deux formes. Quant à l'existence de l'*A. alpinus* typique dans la Basse-Engadine, elle est prouvée par le catalogue du regrettable Dr Edouard Killias, longtemps médecin de l'établissement de Schuls-Tarasp (*Die Flora des Unterengadins*, Chur 1887-1888, p. 84), qui indique cette espèce comme existant dans toute la vallée, des points les plus bas jusqu'à une hauteur de 2890 mètres; il cite la forme *A. Garibaldii*, d'après Brügger, dans les deux localités de la Basse-Engadine que j'ai indiquées plus haut, mais il ne l'aurait jamais trouvée lui-même.

Mais, si l'*Aster Garibaldii* qui, comme M. Brügger l'avait déjà établi, ne peut être regardé comme un hybride entre l'*A. alpinus* et l'*A. Amellus*, ce dernier manquant généralement, entre autres à Bormio et dans la vallée d'Oberhalbstein, dans les régions où

l'on a trouvé l'A. Garibaldii, n'est, ainsi que je viens de l'établir, qu'une variété pas même stable de l'A. alpinus, il n'en reste pas moins que c'est une forme remarquable et particulière à une région (Rhétie), ce qui explique pourquoi elle est tellement appréciée dans les sociétés d'échanges.



Séance du 7 avril 1894

LE SYSTÈME GLACIAIRE DES ALPES

GUIDE PUBLIÉ A L'OCCASION DU CONGRÈS GÉOLOGIQUE INTERNATIONAL

6^{me} SESSION A ZURICH EN 1894

par

A. PENCK, D^r ÈS-SC., PROFESSEUR A L'UNIVERSITÉ DE VIENNE

ED. BRÜCKNER, D^r ÈS-SC., PROFESSEUR A L'UNIVERSITÉ DE BERNE

LÉON DU PASQUIER, D^r ÈS-SC.

PARTIE GÉNÉRALE

I

DÉPOTS GLACIAIRES NÉO-PLEISTOCÈNES

1. Définitions et classification.

Au point de vue de leur origine, les dépôts glaciaires alpins peuvent être rangés sous deux chefs principaux :

- a) Dépôts directement glaciaires ou *glaciaires proprement dits* (moraines);
- b) Dépôts glaciaires remaniés par les eaux ou *fluvio-glaciaires* (alluvions glaciaires).

Les premiers sont des produits du glacier lui-même; ils sont caractérisés par la présence de cailloux polis et striés, souvent aussi par celle de

fragments de roches venant de très loin et cependant encore tout à fait anguleux.

En général, ces dépôts ne sont pas stratifiés et leurs matériaux ne sont pas triés. Il peut cependant se faire qu'on y reconnaisse une stratification irrégulière et confuse.

Les dépôts fluvio-glaciaires, en revanche, portent les traces d'un remaniement par les eaux; leurs éléments sont bien erratiques aussi, mais ils sont usés, roulés, arrondis et déposés comme les galets d'un cours d'eau. Les formations fluvio-glaciaires sont dès lors aussi caractérisées par leur stratification horizontale ou par une alternance de bancs horizontaux limitant des bancs à structure inclinée.

2. Structure intérieure et allure superficielle.

Dans la nature, les formations glaciaire et fluvio-glaciaire sont en relations intimes. En suivant vers l'amont les alluvions fluvio-glaciaires, on remarque que les galets deviennent de plus en plus gros et anguleux, que la stratification perd en régularité jusqu'à ce qu'enfin surviennent les cailloux striés et finalement le glaciaire proprement dit: les moraines.

Entre le glaciaire proprement dit et le fluvio-glaciaire indubitable, il existe une zone de passage ou de transition, caractérisée par un faciès morainique de l'alluvion, par la présence de blocs ou de rares cailloux striés.

Quant aux apparences extérieures de ces formations, on remarque ce qui suit:

Le glaciaire proprement dit présente une surface irrégulière, onduleuse, composée d'une succession de monticules et de vallons marécageux, plus ou

moins parallèles ou concentriques. C'est ce que Desor appelait le *paysage morainique*. Ce paysage morainique entoure une région intérieure en cuvette, souvent occupée par un lac et nommée pour cette raison la *dépression centrale*. De ce groupement de formes résulte quelque chose d'analogue à un amphithéâtre, si bien que l'ensemble de la dépression centrale et de sa circonvallation de moraines a souvent été désigné sous le nom d'*amphithéâtre morainique*.

A la convexité du paysage morainique, c'est-à-dire à l'extérieur, à l'aval de l'amphithéâtre, s'appuie le fluvio-glaciaire, formant, à une altitude bien supérieure à celle du fond de la dépression, un vaste plan incliné descendant des moraines. C'est un cône de déjection partant des moraines: le *cône de transition* qui correspond à la zone de transition du glaciaire au fluvio-glaciaire. En aval, ce cône devient de plus en plus plat à mesure que sa structure intérieure gagne en régularité de stratification; c'est la région du fluvio-glaciaire proprement dit, des alluvions glaciaires formant de vastes plaines ou des terrasses régulières.

La région du cône de transition présente souvent dans sa structure des alternances de glaciaire et de fluvio-glaciaire. Les intercalations glaciaires se trouvent soit à la base, soit dans la masse, soit surtout vers la surface des alluvions. Il n'est pas rare de voir dans les coupes profondes de la région des moraines l'alluvion se poursuivre sous le glaciaire, et cela d'autant plus loin en amont que la coupe est plus profonde. Dans la règle cependant, l'alluvion n'atteint guère, sous les moraines, la dépression centrale, celle-ci ne paraît limitée à l'aval que par le glaciaire pro-

prement dit des moraines ou même par un rebord de roche en place: vers l'amont, le fluvio-glaciaire se termine donc en coin sous les moraines.

Le profil normal longitudinal d'un complexe glaciaire et fluvio-glaciaire, tel que nous venons de le décrire, est donc le suivant (voir aussi fig. 7) :

Fig. 1.



Complexe glaciaire et fluvio-glaciaire (Coupe générale).

Z, moraine terminale (interne).

z, cône de transition formant l'origine de l'alluvion des basses terrasses.

D, dépression centrale — en amont des moraines — souvent occupée par un lac.

3. Genèse.

Il est facile de se rendre compte de la genèse de ce complexe: devant le front du glacier, les torrents surchargés de matériaux alluvionnaient, tandis que le glacier lui-même déposait, sous forme de moraine terminale, tous les éléments qui ne devenaient pas la proie des eaux. Quant à l'espace occupé par le glacier, aucune accumulation ne s'y produisait, bien plus, il était exposé à la friction glaciaire, ensorte qu'il y avait là, lors du retrait, une cuvette ou dépression centrale limitée par des accumulations morainiques, ou même érodée par le glacier. Cette dépression devait former un lac, si elle n'était pas alluvionnée au fur et à mesure du retrait des glaces, ou si les eaux de dégorgement ne parvenaient pas à couper la circonvallation morainique. Nous pouvons suivre cette

genèse presque pas à pas à l'extrémité de nos glaciers actuels.

4. Succession des complexes.

En amont des grands amphithéâtres morainiques, nous retrouvons de distance en distance des complexes glaciaires et fluvio-glaciaires absolument analogues à ceux que nous venons de décrire, mais de dimensions beaucoup plus restreintes. Chacun de ces complexes correspond à une phase d'arrêt dans le retrait des glaces. La dimension des amphithéâtres successifs montre que ces phases d'arrêt durent être notablement plus courtes que celle à laquelle correspondent les grandes moraines terminales.

Il résulte de cette succession de complexes que, dans chaque dépression centrale, une alluvion glaciaire plus récente peut recouvrir du glaciaire quelque peu plus ancien, tandis qu'elle est elle-même recouverte par un glaciaire un peu plus récent. Le profil normal de cette succession de complexes, tel qu'il se retrouve dans bien des cas particuliers, peut être représenté comme suit :

Fig. 2.



Succession de complexes glaciaires-fluvio-glaciaires imbriqués
(Coupe générale).

Z, moraine terminale (interne).

Z', Z'', moraines stadiques (correspondant aux phases successives de retrait).

z, alluvions des basses terrasses.

z', z'', alluvions stadiques correspondant aux moraines ZZ'.

L'ensemble de ces complexes glaciaires et fluvio-glaciaires, imbriqués les uns sur les autres, constitue la série des dépôts d'une seule et même glaciation, composée d'alternatives de crues et de décrues, de phases d'arrêt et de retrait.

Il ne peut être tiré aucune conclusion générale sur la répétition des périodes glaciaires d'une succession pareille, dans laquelle les divers éléments fluviaux et glaciaires sont bien superposés, mais non pas séparés les uns des autres par un profond hiatus chronologique.

5. Résumé.

A chaque phase d'arrêt d'une glaciation correspond un complexe glaciaire et fluvio-glaciaire de moraines et d'alluvions formant un tout contemporain de genèse indissoluble.

Le plus important de ces complexes prend son origine à la région dès longtemps reconnue comme ayant été le lieu d'arrêt principal de la dernière grande extension des glaces (les moraines terminales dites internes).

Vers l'amont, d'autres complexes secondaires s'imbriquent souvent sur celui-ci, puis les uns sur les autres, donnant lieu à des terrasses de plus en plus élevées.

L'ensemble de ces complexes forme un tout : les dépôts d'une époque : une série glaciaire.

II

DÉPOTS PLUS ANCIENS

Toute coupe profonde pratiquée dans le terrain naturel donne lieu à une distinction fondamentale entre une couche superficielle plus ou moins altérée par les agents atmosphériques et biologiques et une masse profonde non décomposée. La couche altérée passe graduellement à la masse encore fraîche; leur limite commune n'est pas une surface régulière, mais présente des poches, des apophyses décomposées, se prolongeant dans la roche normale (orgues). Le degré d'altération superficielle est variable suivant la nature du terrain, le climat de la contrée, l'importance des cultures et surtout suivant la longueur du temps pendant lequel la roche a été exposée aux agents atmosphériques.

La couche d'altération des grands amphithéâtres morainiques et des alluvions qui en descendent n'atteint pas, au nord des Alpes, plus de 30 à 50 centimètres en moyenne. Au sud des Alpes, elle est souvent un peu plus forte. On peut dire cependant, d'une manière générale, que l'altération des grandes moraines terminales de la glaciation alpine est négligeable.

Au delà de cette limite de l'extension glaciaire, on trouve fréquemment des moraines et des alluvions altérées superficiellement jusqu'à plusieurs mètres de profondeur, de telle façon que les éléments calcaires en ont disparu et qu'une grande quantité de galets cristallins sont entièrement décomposés, kaolinisés, devenus friables jusqu'à pouvoir être coupés au couteau. Les éléments siliceux, argileux et ferrugineux prédominent, ces derniers prêtant souvent aux cou-

ches altérées une teinte rouge brique caractéristique ; c'est à ces produits d'altérations de moraines ou de graviers stratifiés que les géologues lombards ont donné le nom très satisfaisant de *ferretto*.

Ces moraines, auxquelles leur degré d'altération prête un aspect très ancien, occupent par rapport aux amphithéâtres non altérés une position extérieure ; elles ont été pour cette raison appelées *moraines externes*, tandis que les moraines terminales fraîches sont connues sous le nom de *moraines internes*.

Il y a un contraste frappant entre les moraines extérieures profondément altérées, aux formes adoucies par le temps et les agents destructeurs, et les moraines intérieures avec leurs formes abruptes, les blocs erratiques qui les couronnent souvent et leur donnent une apparence plus jeune, comme on l'a remarqué depuis longtemps.

Sur plusieurs points, on constate dans des coupes que les moraines externes et les internes ne sont pas simplement juxtaposées dans l'espace, mais que les internes sont superposées aux externes et à leur couche d'altération : *les moraines externes avec leur couche d'altération passent sous les moraines internes*.

Voici le profil normal de cette superposition :

Fig. 3.



Superposition des moraines internes aux moraines externes
(Coupe générale).

- Z, moraine terminale (interne).
- z, alluvion des basses terrasses.
- L, lèss ou lehm.
- Fy, couche d'altération de Y (Ferretto).
- Y, moraine (externe).

Plus souvent encore se présente un autre cas. Pendant l'espace de temps compris entre le dépôt des moraines Y (externes) et celui des moraines Z (internes), c'est-à-dire pendant le temps correspondant à l'altération des moraines externes, de puissants ravinements eurent lieu, des vallées furent creusées au sein des moraines extérieures. Cela étant, les moraines internes furent déposées dans ces vallées à un niveau inférieur à celui occupé par les externes, elles ne leur sont plus que rarement superposées.

Le profil normal que, pour plus de clarté, nous prenons transversal, devient alors celui que représente la figure 4. (Voir aussi fig. 10.)

Fig. 4.



Emboîtement des moraines (Coupe générale).

Z, moraines terminales (internes).

Y, moraines plus anciennes (externes), couvertes de loess et de lehm.

X, roche en place.

Il n'y a donc plus là *superposition*, mais *emboîtement* des moraines et de leurs alluvions respectives les unes dans les autres.

Les conclusions à tirer de ces faits, quant à l'âge relatif des moraines Y et Z, sont les mêmes, qu'il s'agisse de *superposition* ou d'*emboîtement*. Entre Y et Z nous avons: soit une altération subaérienne puissante, incomparablement plus considérable que celle qui s'est produite depuis l'époque des grandes moraines terminales jusqu'à nos jours, soit une érosion profonde, incomparablement plus intense que

celle qui a eu lieu depuis cette même époque des grandes moraines terminales, sur le même territoire.

Ajoutons que ce n'est pas une seule superposition, un seul emboîtement que nous pouvons directement constater : il y en a deux. Les moraines extérieures sont, en effet, divisées elles-mêmes en deux étages superposés ou emboîtés, séparés l'un de l'autre aussi bien qu'ils le sont des moraines internes, soit par des couches d'altération subaérienne, soit par des ravinements profonds.

Ainsi que leurs moraines respectives, les alluvions correspondant à ces trois étages glaciaires d'âges différents sont aussi superposées les unes aux autres ou emboîtées les unes dans les autres. Dans le premier cas, elles sont séparées par des couches d'altération se prolongeant en apophyses dans les masses plus anciennes.

Enfin, les moraines de l'étage le plus récent étant en général, comme nous l'avons vu, intérieures aux autres, il arrive que leurs alluvions sont superposées aux moraines externes ou leur sont emboîtées. (Voir fig. 3.)

Le faciès à emboîtement des divers niveaux les uns dans les autres ayant été reconnu avant le faciès à superposition, on a désigné les alluvions de l'étage le plus ancien X comme *alluvions des plateaux* (*decken-schotter*), celles de l'étage intermédiaire Y comme *alluvions des terrasses hautes* (*hochterrassenschotter*), celles de l'étage le plus récent Z comme *alluvions des terrasses basses* (*niederterrassenschotter*)¹.

¹ En Bavière et en Suisse, on a été conduit au cours des levés géologiques à séparer ces trois subdivisions qui ont dès lors été distinguées sur certaines cartes par des teintes spéciales.

Eu outre, on a constaté que vers l'amont, chacun de ces niveaux passait à des moraines, ce qui, déjà avant toute découverte de superposition de ces moraines, avait fait entrevoir la nécessité d'admettre trois glaciations successives.

Résumé.

Sous l'ensemble des dépôts glaciaires relativement récents, caractérisés par leur altération presque négligeable, on trouve deux autres séries de dépôts glaciaires et fluvio-glaciaires, séparées l'une de l'autre et séparées de la série plus récente par de puissantes couches d'altération ou de profondes érosions, révélant l'existence entre chaque époque de glaciation d'une époque subaérienne de longue durée. Nous sommes donc fondés à parler d'invasions glaciaires successives du bord des Alpes.

III

FORMATIONS INTERGLACIAIRES

Les couches d'altération ainsi que les érosions qui séparent les divers étages glaciaires, et qui sont dues évidemment à des phénomènes subaériens, sont donc les représentants de longs intervalles de temps entre deux extensions glaciaires successives. Nous appelons ces intervalles *époques interglaciaires*, sans préjuger encore du degré de retrait des glaces qui leur correspondent.

Il y a entre une couche d'altération, considérée comme formation interglaciaire, et les alluvions simplement intercalées entre deux moraines, une différence fondamentale en ce que les alluvions sont elles-mêmes, le plus souvent, d'origine glaciaire et révèlent la présence du glacier à une distance plus ou moins

grande, tandis que les couches d'altération impliquent l'absence du glacier. De plus, des intercalations fluvio-glaciaires entre deux moraines se trouvent fréquemment dans nos vallées, par suite, comme nous l'avons dit, de l'imbrication des complexes les uns sur les autres; elles ne prouvent en général que l'existence, pendant une seule glaciation, de phases d'arrêt et de retrait. Ce ne sont pas des dépôts interglaciaires, mais *interstadiaires* d'une seule et même glaciation. Il est évident que la portée des couches d'altération est bien plus considérable.

Quelle que soit du reste l'importance de ces couches, elles ne sont pas les seules formations interglaciaires.

Le *löss*, tel qu'il se rencontre sur l'avant-terrain nord des Alpes, dans un rayon d'une cinquantaine de kilomètres autour des moraines terminales, est incontestablement interglaciaire.

Jamais le *löss* typique ne se trouve sur les moraines et les alluvions de la dernière glaciation, tandis qu'il recouvre presque partout et toujours les dépôts glaciaires plus anciens. Du reste, il est démontré par des coupes que le *löss* situé sur les moraines externes et leurs alluvions s'enfonce sous les internes et les terrasses basses. En outre, là où l'alluvion des plateaux est recouverte par celle des hautes terrasses, on trouve quelquefois une couche de *löss* entre les deux. Ainsi la position stratigraphique du *löss* alpin est : soit entre X et Y, soit entre Y et Z.

Nous ne mettons aucunement en doute l'existence de *löss* plus récent, notamment dans les grandes vallées et à une certaine distance des Alpes, mais nous appuyons sur le fait que la grande masse du

lœss du bord des Alpes est interglaciaire et trouve sa place stratigraphique soit entre la dernière et l'avant-dernière glaciation, soit entre celle-ci et la plus ancienne. Cela conduit à distinguer un lœss des terrasses hautes, recouvrant les hautes terrasses, leurs moraines et leurs couches d'altération, d'un lœss des plateaux, plus ancien, recouvrant les alluvions des plateaux leurs moraines et leurs couches d'altération.

Ces relations entre le lœss et les moraines ou les alluvions ne doivent pas être considérées comme génétiques, puisque le lœss se trouve souvent séparé par une couche d'altération des dépôts glaciaires sur lesquels il repose.

Le *lehm*, en connexion si fréquente avec le lœss, n'en est que la couche d'altération, de décalcification superficielle. On comprend dès lors qu'il soit plus développé sur les plateaux que sur les terrasses hautes, puisque le lœss des plateaux doit être plus ancien.

Quant aux zones de *lehm* d'altération postérieures, elles n'existent pas dans le voisinage immédiat des Alpes, comme aussi il n'existe pas dans cette région de dépôts quelque peu importants de lœss postérieur à la dernière glaciation.

Ce qui jusqu'à présent a été pris dans les Alpes pour du lœss récent n'est le plus souvent qu'un limon très sableux ne rentrant pas dans la catégorie du lœss typique.

Mais, ce n'est pas seulement au bord des anciennes glaciations que se rencontrent des dépôts interglaciaires. Il existe dans l'intérieur des vallées alpines des dépôts intercalés entre deux moraines et dont la nature, la composition, la flore, etc., nous disent clairement qu'ils ne sont pas des formations d'origine glaciaire.

Ces dépôts sont très variés et cela se comprend, puisque les vallées ont été de tout temps des lieux d'accumulation simultanée de produits très divers: cônes de déjection, éboulements, alluvions lacustres, tourbières, etc.

Chacun de ces dépôts des vallées doit être étudié pour lui-même avant que sa nature interglaciaire puisse être affirmée. Ils sont cependant d'une grande importance, puisqu'ils nous permettent seuls de constater pendant les périodes dites interglaciaires le retrait d'un glacier jusqu'au cœur même des Alpes.

IV

DÉPÔTS DE BARRAGE GLACIAIRE

Outre les dépôts issus plus ou moins directement du glacier, les moraines et les alluvions, nous rencontrons encore, surtout dans l'intérieur des vallées alpines, diverses accumulations formées évidemment sur les bords de l'ancien glacier. Là où un glacier passait devant une vallée non glaciée elle-même, le dégorgeement de cette vallée se trouvant gêné, son cours d'eau alluvionnait, remplissant ainsi la vallée secondaire d'une masse parfois très puissante de graviers stratifiés, de sables ou d'argiles, souvent intimement reliés avec les moraines latérales du glacier qui les occasionnait.

Nous réservons à ces formations le nom de dépôts de *barrage glaciaire*; la plupart d'entre eux appartiennent, on le comprend, à la dernière glaciation.

PARTIE SPÉCIALE

I

LES MORAINES TERMINALES DU GLACIER DE LA REUSS

A MELLINGEN

BIBLIOGRAPHIE

- Mühlberg*: Ueber die erratischen Bildungen im Aargau. Aarau, 1869.
- Zweiter Bericht über die Untersuchung der erratischen Bildungen im Aargau. Aarau, 1875.
- Brückner*: Die Vergletscherung des Salzachgebietes. Wien, 1885.
- Léon Du Pasquier*: Ueber die fluvioglaciales Ablagerungen der Nordschweiz. Bern, 1891. (Beiträge zur geol. Karte der Schweiz. 31.)
- Les alluvions glaciaires du nord de la Suisse, etc. Archives des Sciences phys. et nat. 3. XXVI. 1891.

CARTES

- Atlas Dufour 1:100000, feuilles III et VIII.
- Atlas topographique 1:25000, feuilles 38 et 154.

Par la netteté de ses caractères extérieurs et la facilité qu'on a d'en embrasser d'un regard l'ensemble, l'amphithéâtre de *Mellingen* est peut-être le plus remarquable des amphithéâtres nord-alpins.

Pittoresquement située au bord de la *Reuss*, la petite ville de Mellingen occupe le fond de la dépression centrale à 355 mètres d'altitude. A l'est, au nord et à l'ouest, elle est environnée par une puissante circonvallation de moraines, atteignant l'altitude de 435 mètres, et qui, s'appuyant aux flancs molassiques de la vallée, ferme complètement l'horizon nord. Ce n'est qu'au sud, c'est-à-dire vers l'amont, que la vallée paraît ouverte, laissant apercevoir une portion de la chaîne des Alpes. Le fond presque plat de la dépression a une étendue de 1000 à 1200 mètres en long et d'autant en large; il est limité au sud-ouest et au nord-est par les flancs gauche et droit de la vallée, formés de molasse et abondamment recouverts de glaciaire; au nord et à l'ouest, il n'y a guère que du glaciaire s'élevant en pente de 8 à 15 % jusqu'au premier rempart de la circonvallation. Les points culminants de ce rempart sont à 420 ou 425 mètres environ¹. Le chemin de fer de *Baden* à *Lenzbourg* suit ce rempart et le traverse, les coupes ne montrent que du glaciaire à gros blocs et des intercalations de graviers stratifiés; au niveau de la *Reuss* les fondations du viaduc ont été faites également dans le glaciaire. Les formes extérieures de cet arc morainique sont, par places, encore tellement bien conservées que, sans son épais manteau de végétation, on pourrait le tenir pour tout récent; de nombreux blocs erratiques sont parsemés à sa surface, dans les forêts, surtout là où les cultures ne

¹ La fig. 1 représente à quelques détails près le profil longitudinal de l'amphithéâtre de *Mellingen*, le lac figuré dans la dépression n'existe pas à Mellingen. La coupe transversale est à peu près celle de la fig. 4.

les ont pas fait disparaître; enfin, les coupes témoignent d'une altération superficielle très minime.

Vers l'extérieur, deux autres arcs distincts et un troisième qui l'est moins succèdent à celui-ci. Parfois bifurqués, le plus souvent séparés les uns des autres par des vallonnements, ces arcs donnent quelque idée du paysage morainique. Plus loin, vers le nord et le nord-ouest, les blocs erratiques superficiels cessent, les petites coupes rares ne montrent presque plus que des graviers stratifiés. Nous nous trouvons au bord d'une grande plaine cultivée, de 15 à 20 kilomètres carrés, en apparence absolument plate; l'altitude est ici de 405 mètres, soit de 50 mètres supérieure au fond de la dépression centrale, et d'une vingtaine de mètres inférieure aux points culminants des moraines: c'est le *Birrfeld*, le cône de transition du glacier de la Reuss, et l'une des origines des alluvions glaciaires du nord de la Suisse. En effet, toutes les coupes qui y ont été pratiquées, tant pour la ligne du chemin de fer de *Brugg* à *Othmarsingen* que dans d'autres buts, y montrent des graviers régulièrement stratifiés, dont les éléments, par leur nature les mêmes que ceux des moraines, portent les traces d'un remaniement fluvial. Près des moraines, on trouve fréquemment dans l'alluvion de vrais blocs erratiques anguleux, de dimensions souvent considérables, et plus près encore, des cailloux striés; les uns et les autres démontrent l'équivalence, le synchronisme des moraines et des alluvions, ce dont, au reste, la topographie elle-même ne permet guère de douter.

Cette alluvion des *terrasses basses* avec sa pente douce vers le nord et le nord-ouest, traverse la chaîne de la *Lägern-Habsburg* par l'échancrure de *Hausen*

et par celle de la *Reuss*; elle rejoint à *Turgi* les alluvions basses des glaciers de l'*Aare* et de la *Linth*¹.

Les grandes moraines terminales de *Mellingen* ne marquent pas les limites d'extension absolues de l'ancien glacier de la *Reuss*. Les versants qui émer-

¹ La disposition des voies de communications du nord de la Suisse fera que le plus souvent on visitera l'amphithéâtre de *Mellingen* en partant de *Brugg*. La station de *Brugg* est située à 355 mètres d'altitude, un peu en contre-bas d'une terrasse dont le bord est, au sud de la station, à la cote de 360 mètres; une exploitation de graviers parfaitement stratifiés montre les caractères de l'alluvion des terrasses basses de la région. En suivant la continuation de la terrasse vers le sud, on arrive à *Hausen*, et, passant à travers l'anticlinal coupé *Habsburg-Eitenberg* où affleure le *Muschelkalk*, on atteint la vaste plaine de graviers du *Birrfeld*. Suivant de près la voie ferrée, on rencontre près de la station de *Birrfeld* une ancienne coupe de graviers stratifiés, actuellement recouverte de végétation; puis, au croisement de la route et du chemin de fer, une autre, encore en exploitation, présentant fréquemment, au milieu même de l'alluvion, des blocs erratiques. Enfin, près de la bifurcation des routes de *Brunegg* et de *Mägenwyl*, une petite exploitation, aujourd'hui abandonnée, présente des graviers en stratification confuse contenant déjà des cailloux striés. La surface de la plaine, jusqu'ici plate, devient onduleuse, la moraine commence à l'est de la route de *Mägenwyl*, sous forme de petits dos émergeant çà et là de la plaine dans la direction du N.-E., à l'ouest la ligne entre en tranchée dans les moraines d'*Othmarsingen*. Un dos plus allongé de direction N.-N.-E. S.-S.-O. aboutit à la station de *Mägenwyl*. La route commence à descendre, mais rencontre bientôt un rempart distinct de même direction N.-E., qu'elle traverse en une coupe où se voit la moraine limoneuse à blocs et à cailloux striés. Puis la route descend de plus en plus, on traverse un vallonement parallèle aux moraines, le *Mützthal*, et on atteint l'arc intérieur de formes remarquables. Au-delà, le terrain s'abaisse rapidement vers la dépression centrale. En prenant avant cet arc, par le *Mützthal*, puis par la voie ferrée, on traverse et retraverse ce rempart intérieur en tranchées profondes, aux flancs desquelles se voient encore de nombreux blocs erratiques, surtout de *nagelfluh* miocène type du *Rigi*. Entre les deux tranchées, le pont du chemin de fer, fondé dans la moraine, procure une bonne vue d'ensemble sur la dépression centrale en contre-bas de 50 mètres. A la station de *Mellingen*, une grande coupe présente de la moraine graveleuse à nombreux cailloux striés, entremêlée d'alluvions stratifiées. Plus loin, le chemin de fer traverse une dernière ligne de dômes morainiques, puis le cône de transition assez plat formant le prolongement du *Birrfeld*, et s'enfonce enfin peu avant *Dättwyl* dans la molasse du flanc droit de la vallée.

gent des terrasses basses portent fréquemment encore des dépôts glaciaires de moindre importance, mais presque tous ces dépôts étant beaucoup plus profondément altérés que ceux des amphithéâtres et étant en outre recouverts de lehm ou de loess, nous devons les rattacher à une glaciation antérieure.

Quelques-uns de ces lambeaux glaciaires, situés au-delà des moraines terminales, sont, à vrai dire, encore tout aussi frais que celles-ci; comme ils sont en outre dépourvus de manteau de lehm, il semble qu'on n'ait pas de motifs de les séparer des dépôts de la dernière glaciation et qu'il faille admettre que pendant cette époque il y ait eu d'abord une phase de plus grande extension des glaces, correspondant à ces dépôts, puis une phase plus longue de moindre extension, de stagnation, marquée par le dépôt de nos grandes moraines terminales et de leurs puissantes nappes d'alluvions : les terrasses basses.

Il faut remarquer ici que les indices de cette phase de plus grande extension de la dernière époque glaciaire ne sont marqués que jusqu'à peu de kilomètres en aval des moraines terminales, tandis que les traces de l'avant-dernière glaciation se constatent jusque non loin de *Bâle*, dans tout le nord de la Suisse.

II

LES ALLUVIONS GLACIAIRES

BIBLIOGRAPHIE

Brückner : Die Vergletscherung des Salzachgebietes. Wien, 1885.

Léon Du Pasquier : Ueber die fluvioglacialen Ablagerungen der Nordschweiz. Bern, 1891.

CARTES

Atlas Dufour 1 : 100000, feuille III.

Atlas topographique 1 : 25000, feuilles 38, 36, 22, 21.

Le confluent de l'*Aare*, de la *Reuss* et de la *Limmat*, à *Turgi*, marque le point où se rencontrent les alluvions des basses terrasses des glaciers de l'*Aare*, de la *Reuss* et de la *Linth*. Ces dernières forment, au nord de *Turgi*, de vastes terrasses dont le bord extérieur, à l'altitude de 370 mètres environ, domine d'une quarantaine de mètres le lit du fleuve. Tout en s'abaissant graduellement, ces terrasses se poursuivent jusqu'à *Waldshut*, où elles s'unissent à celles du *Rhin*, puis, avec ces dernières, jusqu'à *Bâle*¹. Leur hauteur au-dessus du *Rhin* n'est plus à *Bâle* que d'une trentaine de mètres.

¹ De *Bâle* à *Mölin*, la voie ferrée est presque toujours construite sur la terrasse basse. 1,5 kilomètre à l'est de la station de *Mölin*, elle traverse en tranchée la terrasse haute recouverte de loess du *Mölinerfeld*.

Entre *Vogelsang* et *Stilli*, l'Aare traverse un défilé formé par le *Bruggerberg* à gauche, et le *Siggenberg* à droite. Ces deux montagnes sont couronnées par une alluvion de faciès différent de celles des terrasses basses : elle est fortement agglutinée par un ciment calcaire et ne renferme que des galets d'un nombre restreint de roches alpines ; sa surface est fortement altérée et souvent couverte de lehm. C'est l'alluvion des plateaux, que nous voyons former la surface de presque toutes les montagnes du nord-est de la Suisse — pour autant que leur altitude n'est pas trop considérable. Elle est fluvio-glaciaire comme le montrent les intercalations morainiques de sa zone d'amont.

L'Aare coule d'abord profondément encaissée dans la terrasse basse dont les alluvions se présentent çà et là, sous forme de bancs conglomérés — *l'agglutination des graviers ne leur confère donc pas nécessairement un âge ancien.*

Peu avant la *Beznau*, l'Aare coupe un récif de roche en place, plongeant doucement au sud et montrant le dogger et le lias sur lesquels repose directement l'alluvion. La base de l'alluvion contient, ici comme partout, de gros galets céphalaires et hypercéphalaires, parmi lesquels ceux du dogger du récif sont nombreux. A l'aval du récif, le lias est coupé en une falaise à regard nord, dans l'angle mort de laquelle on reconnaît une moraine à éléments en majeure partie calcaires alpins (voir fig. 5). Cette moraine est-elle encore un témoin avancé de la période de grande extension de la dernière époque glaciaire, ou bien devons-nous la rapporter à l'époque antérieure des moraines externes ?

Fig. 5.



Moraine de la Beznau.

Echelles : Longueurs 1 : 25000. Hauteurs 1 : 2000.

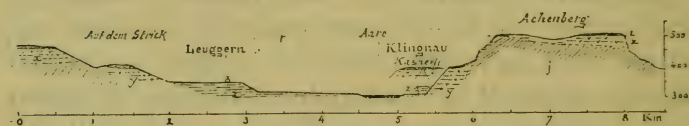
z, z', alluvion des terrasses basses reposant à droite sur le lias, à gauche sur le lehm et la moraine.

Les deux opinions sont soutenables. D'abord, il faut avouer que la fraîcheur apparente de cette moraine n'est pas faite pour lui donner un aspect ancien, on serait donc tenté de se décider en faveur de la dernière glaciation, si, d'autre part, il était possible de retrouver, encore à cette distance des moraines terminales, du glaciaire appartenant sûrement à la dernière époque, ce qui n'est pas le cas. En outre, par sa composition en majeure partie calcaire, cette moraine ne se rapproche pas des dépôts néoglaciaux (grandes moraines terminales et terrasses basses) du nord de la Suisse. De plus, on remarque qu'elle est recouverte par une couche d'un lehm sableux, parfois calcaire, qui n'est pas sans analogie avec le lœss remanié; ce lehm lui-même étant surmonté par l'alluvion des basses terrasses, il n'y a, entre l'alluvion néoglaciale et la moraine, aucune relation génétique, les deux dépôts sont séparés par le lehm. Le fait que la surface de la moraine sous le lehm n'est pas altérée est sans doute une objection très valable, mais convenons que sur ce point bas du fond de la vallée, la moraine eût bien pu subir, avant le dépôt

du lehm, des érosions qui auraient fait disparaître sa couche d'altération.

Au nord de *Böttstein*, se voit un nouvel étage de terrasses dominant de près de 60 mètres les terrasses basses. Cet étage est représenté sur la rive droite par une grande étendue à surface ondulée, située entre *Würenlingen*, *Endingen* et *Degerfelden*; il se retrouve plus en aval dans les terrasses au nord de *Klingnau* et au nord-ouest de *Leuggern*. Le caractère commun

Fig. 6.



Coupe transversale de la vallée de l'Aare.

Echelles : Longueurs 1:100000. Hauteurs 1:25000.

z, alluvion des terrasses basses.

y, alluvion des terrasses hautes recouvertes de moraines et de lœss-lehm.

x, alluvion des plateaux couverte de lœss-lehm L.

j, jurassique en place.

de toutes ces *terrasses hautes* est d'être recouvertes de lehm et de lœss; elles représentent un comblement fluvio-glaciaire plus ancien que celui des terrasses basses et en connexion fréquente avec de petits lambeaux du glaciaire extérieur recouvert de lœss. D'autre part, elles ne peuvent être parallélisées avec l'alluvion des plateaux dont elles diffèrent par la composition, par le degré d'altération moins fort et par le fait qu'on y a trouvé de l'alluvion des plateaux en galets, tout comme l'alluvion des hautes terrasses

elle-même a fourni des galets à celle des terrasses basses.

Nous reconnaissons déjà, plus ou moins clairement dans cette région, l'emboîtement de trois étages fluvio-glaciaires distincts: l'alluvion des plateaux, celle des hautes terrasses et celle des terrasses basses, correspondant à nos trois moraines, X, Y et Z paléoglaciale, mésoglaciale et néoglaciale (voir fig. 6).

III

LA CONTRÉE DE SCHAFFHOUSE

BIBLIOGRAPHIE

Brückner: Die Vergletscherung des Salzachgebietes. Wien, 1885.

L. Du Pasquier: Fluvioglaciales Ablagerungen, etc.

Gutzwiller: Die Diluvialbildungen der Umgegend von Basel.
Verh. d. Naturf. Ges. in Basel. X. Hft 3. 1894.

CARTES

Carte topographique de la Suisse 1:100000 Dufour, feuilles III et IV.

Carte topographique 1:25000, feuilles 14, 16, 45.

La grande circonvallation morainique qui s'étend au nord du *lac de Constance* s'appuie vers l'ouest aux flancs du *Randen* et rejoint l'*Irchel* en s'incurvant vers le sud. La ville de *Schaffhouse* est située

immédiatement à l'intérieur de la circonvallation, qui ne présente cependant pas ici les traits de conformation extérieure si saillants dans d'autres amphithéâtres, l'orographie du canton de Schaffhouse étant déterminée par les reliefs de la roche en place, bien plutôt que par les moraines et leurs annexes.

A l'extérieur des grandes moraines terminales, les deux vallées de la région, le *Klettgau* et le *Rafzerfeld*, sont remplies par l'alluvion des basses terrasses partant des moraines situées d'une part à l'*Enge*, à l'entrée du Klettgau, d'autre part entre le *Buchberg* et *Lottstetten-Jestetten*, au haut du Rafzerfeld.

L'alluvion basse atteint dans la plaine du Rafzerfeld son plus grand développement; elle s'appuie sur l'un et l'autre flanc aux versants molassiques de la vallée. Dans le Klettgau, au contraire, le niederterrassenschotter n'occupe qu'une zone relativement étroite de la vallée excavée dans un comblement plus ancien d'une vallée jurassienne préexistante.

De fait, l'étude détaillée du *Klettgau* a conduit peu à peu ces dernières années à y reconnaître les trois niveaux d'alluvions glaciaires constatés dans le nord de la Suisse; ces trois niveaux étant emboîtés les uns dans les autres et emboîtés eux-mêmes dans la vallée jurassienne plus ancienne.

Ces trois alluvions, distinctes par leur composition et les circonstances stratigraphiques dans lesquelles elles se trouvent, existent au sud de *Neunkirch* et y présentent des caractères analogues à leurs congénères de la vallée du *Rhin*.

La plus ancienne, le *deckenschotter* de l'*Asenberg*, dont la surface dépasse l'altitude de 500 mètres, est remarquable par le degré de son agglutination d'abord,

puis par le fait qu'il est une alluvion nettement alpine, mais dépourvue de galets d'une quantité de roches des Alpes. Les schistes cristallins y sont rares, le verrucano de la Linth (Sernifite), si fréquent dans les autres dépôts glaciaires, y manque, ainsi que les granits du *Julier* et de l'*Albula*, caractéristiques des dépôts néoglaciaux du Rhin. D'autres roches, affleurant actuellement tout près des dépôts d'alluvion des plateaux, lui manquent aussi plus ou moins complètement, ainsi : les phonolites du *Höhgau*. L'alluvion des plateaux se retrouve avec ces mêmes caractères sur la plupart des montagnes entre le Klettgau et le lac inférieur de Constance ; au *Stammheimerberg*, elle prend un faciès morainique à cailloux striés.

Une terrasse de 440 mètres environ d'altitude, appuyée contre l'alluvion des plateaux, présente, entre l'*Asenberg* et *Neunkirch*, ainsi qu'au *Schmerlat*, entre *Neunkirch* et *Löhningen*, un faciès différent. D'abord, elle est formée d'alluvions moins conglomérées, puis ces alluvions sont beaucoup plus riches en roches alpines diverses, parmi lesquelles beaucoup de schistes cristallins. Les phonolites du Höhgau ne leur manquent pas, non plus que les sernifites et les diorites de la vallée du Rhin. Enfin, elles contiennent des fragments de deckenschotter congloméré, ce qui achève de démontrer l'ancienneté plus grande du deckenschotter.

Ces alluvions, couvertes de lehm, comme du reste l'alluvion des plateaux, passent près de *Neunkirch* à une moraine distincte, couverte de lehm, et qui n'est autre que la moraine externe. La terrasse de 440 mètres est donc une haute terrasse.

La zone étroite du fond de la vallée est occupée

par la troisième alluvion, non agglutinée, non recouverte de lehm, mais contenant tous les galets alpins possibles du bassin du Rhin. On reconnaît en outre dans cette alluvion de très nombreux galets de hochterrassen- et de deckenschotter; c'est donc l'alluvion des terrasses basses qui se relie en effet à *Engebrunnen* aux moraines internes.

A l'intérieur des moraines internes de *Schaffhouse*, ou tout au moins en relations étroites avec elles, se trouvent deux dépôts que nous devons mentionner, parce qu'ils ont fait parler d'eux dernièrement.

Au nord de *Schaffhouse*, la moraine terminale interne ne paraît pas très bien marquée; il est cependant certain que le glacier ne pénétra pas bien avant dans les petites vallées de *Hemmenthal* et de *Merishausen*. En se retirant, il déposa à l'entrée de ces vallées une moraine plus ou moins distincte et donna lieu, par sa présence, à un barrage, ensuite duquel le fond de ces petites vallées fut exhaussé par des alluvions stratifiées.

C'est à la surface de ces alluvions, au débouché de la vallée de *Merishausen*, que se trouve la station préhistorique du *Schweizersbild*¹, dont la situation même indique ainsi un âge postglaciaire. Il en est de même de la faune des steppes contenues à la base du gisement, faune qui rattache nos stations préhistoriques à des termes connus de la série pleistocène du nord de l'Allemagne.

¹ Nuesch: Station préhistorique de l'âge du renne, etc. *Archives des Sciences physiques et naturelles*. Compte rendu des travaux présentés à la 75^{me} session de la Soc. helv. des Sc. nat., à Bâle. Genève, 1892, p. 110 à 117.

Marcellin Boule: La station quaternaire du *Schweizersbild*. Extrait des *Nouvelles Archives des Missions scientifiques et littéraires*. Paris, 1893. (Avec 4 planches et de nombreuses figures.)

Nous n'entrons pas dans d'autres détails sur ce gisement, très bien décrit par MM. *Boule* et *Nuesch*; rappelons qu'au-dessus de la couche à rongeurs qui forme sa base, on a constaté deux couches humaines, l'inférieure paléolithique, la supérieure néolithique.

La couche paléolithique renferme de nombreux débris de renne, dont les os sont parfois couverts de dessins.

Un autre dépôt important au point de vue paléontologique est le tuf calcaire de *Flurlingen*, qui vient d'être étudié par *L. Wehrli*¹ et qui se trouve situé sur la rive gauche du Rhin, à l'intérieur des moraines.

La position stratigraphique du tuf surmonté d'une moraine, mais situé au-dessous du niveau du deckenschotter, c'est-à-dire dans une vallée creusée dans cette alluvion, paraît en faire un dépôt antérieur à la dernière grande extension glaciaire. D'autre part, sa flore et surtout sa faune s'accordent mieux avec les flores et faunes postglaciaires et récentes. Il contient en grande quantité des empreintes de feuilles de

Acer pseudoplatanus L.

Quelques restes de :

Buxus sempervirens L.

Fraxinus excelsior L.

Abies pectinata DC., etc.

Tandis que les gastropodes trouvés sont, d'après les déterminations de *F. v. Sandberger*:

¹ Ueber den Kalktuff von Flurlingen bei Schaffhausen. Extr. de la *Vierteljahrschr. d. Naturf. Ges.* Zürich, 1894, 18 p.

Helix fruticum Müll.

» *incarnata* »

» *arbustorum* L.

» *obvoluta* Müll.

Clausilia biplicata Mont.

Hyalina cellaria Müll.

Succinea Pfeifferi Rossm.

» *oblonga* Drap.

Limneus palustris, var. *curta* Müll.

toutes espèces existant aujourd'hui encore dans la contrée.

Les recherches ultérieures devront montrer si, comme le pense Wehrli, ces flores et faunes doivent désormais être considérées comme interglaciaires, ou si peut-être les moraines surincombantes seraient déjà les produits d'une phase de retrait du glacier.

Parmi tous les amphithéâtres glaciaires suisses, celui de Schaffhouse est en effet remarquable par ses alluvions stadiaires formant des terrasses bien marquées, dont chacune paraît être en relation avec les moraines terminales d'une phase de retrait du glacier du Rhin. Ce phénomène n'a cependant pas été suffisamment étudié jusqu'à présent, pour que nous nous y arrêtions davantage.

Mentionnons encore avant de quitter *Schaffhouse* l'un des phénomènes orographiques les plus remarquables de la région, *la chute du Rhin*, qui est, comme toutes les chutes et rapides du nord de la Suisse, en relations étroites avec la dernière époque glaciaire. Il ressort, en effet, clairement de la configuration du sol et de sa structure géologique que le lit dans lequel coulait le Rhin avant le comblement dû à l'époque glaciaire ne coïncidait pas partout avec le lit actuel; après le retrait des glaces, le fleuve n'a

pas partout réexcavé son lit sur l'emplacement de l'ancien, de là sont résultées les nombreuses barres de roche en place qui traversent de distance en distance son lit actuel. La chute du Rhin n'est que la plus remarquable de ces barres. Mais elle a plus qu'un simple intérêt, elle possède une véritable importance en ce qu'elle règle le niveau du lac de Constance, qui se trouverait être notablement plus bas si le Rhin coulait actuellement dans son chenal préglaciaire.

IV

LES MORAINES DU LAC MAJEUR

BIBLIOGRAPHIE

Taramelli: Note geologiche sul bacino idrografico del Fiume Ticino. (Boll. Soc. Geolog. Ital. IV, 1885.)

Ce travail contient un grand nombre de renseignements bibliographiques.

Sacco: L'Anfiteatro morenico del Lago Maggiore, avec carte. (Ann. R. Accad. d'Agricolt. di Torino. XXXV. 1892.)

CARTE

Feuille *Varese* (31) de la carte topographique d'Italie, au 1:75000 ou au 1:100000.

Le *lac Majeur* ou *Verbano* occupe la dépression centrale allongée du glacier du *Tessin*, qui a déposé ses moraines bien au-dessus du niveau du lac, le

long des flancs de la vallée. L'altitude du Verbano est de 197 mètres, sa profondeur de 372 mètres.

Au bord du lac supérieur, entre *Luino* et *Castello Val Travaglia*, on remarque des dépôts glaciaires étendus, coupés à plusieurs reprises par la ligne du chemin de fer. Au nord de la station de Val Travaglia, environ 20 mètres au-dessus du lac, le long de la voie, se trouvent des graviers stratifiés qui renferment des galets striés. Plusieurs glissements montrent cette formation jusqu'à une altitude de 370 mètres, tant dans les environs de *Germignaga* près *Luino*, qu'au sud du tunnel de *Castello Val Travaglia*.

Dans le ravin du *T. Calde* de Val Travaglia, des argiles stratifiées, à débris fossiles végétaux, se superposent à l'alluvion; elles sont elles-mêmes recouvertes d'une moraine de faciès local. Tout ce complexe rappelle la terrasse de la vallée de l'*Inn*.

De la voie ferrée on aperçoit, sur la rive ouest du lac, *Intra* et *Pallanza*, situées sur un ancien delta qui, à l'*Osteria del Plus*, s'élève à 27 mètres au-dessus du lac, soit à l'altitude de 224 mètres.

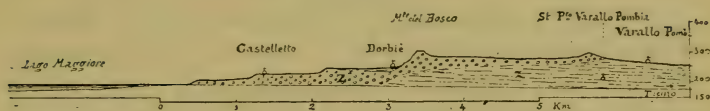
La partie inférieure du lac commence à *Arona*, elle est entourée par les moraines d'*Arona*, *Borgo Ticino*, *Sesto Calende*, dont la disposition est la suivante¹:

Le long de la rive sud, une première terrasse de glaciaire limoneux s'élevant jusqu'à 225 mètres (altitude du delta d'*Intra*), sur cette terrasse *Castelletto sopra Ticino*; plus haut, un large palier à 240 mètres, limité au nord par un bourrelet morainique peu élevé et souvent interrompu; un troisième étage atteignant 305 mètres au *Monte del Bosco*, d'où bonne vue générale de l'amphithéâtre; enfin, un quatrième étage,

¹ Tavoletta III. S.-E. *Borgo Ticino* de la feuille 31 (1:25000).

s'élevant jusqu'à 340 mètres d'altitude, à l'ouest de *Borgo Ticino*.

Fig. 7.



Coupe en long de l'amphithéâtre du lac Majeur.

Echelles : Longueurs 1:100000. Hauteurs 1:25000.

Z, moraines terminales (internes).

z, alluvions des terrasses basses.

En suivant la rive droite du *Ticino*, en aval de *Sesto Calende*, on trouve, dans la région du premier niveau, du glaciaire limoneux pauvre en cailloux, mais avec indices de refoulements. Une couche de gravier fluvio-glaciaire est coupée à la hauteur du second niveau, tandis que, dans les ravinements des environs de *Dorbiè*, on reconnaît sous les moraines du troisième une alluvion stratifiée horizontale.

Il est impossible de tracer une limite marquée entre ces moraines et les alluvions. Tout d'abord, celles-ci ne s'élèvent pas à plus de 30 ou 40 mètres au-dessus du Tessin, ce qui est supérieur à la cote de 230 mètres, appartenant à la moraine. Bientôt la limite de la moraine et de l'alluvion s'élève, elle atteint environ 265 mètres à la station de *Varallo-Pombia*, puis, en aval, aux environs de Varallo, les alluvions se développent en une grande nappe, formant la plus inférieure des trois terrasses qui accompagnent le Tessin jusqu'à *Novare*. Ce palier inférieur doit dès lors recevoir la dénomination de *basse terrasse*.

Nous voyons donc le long du fleuve les alluvions remplacer peu à peu les moraines, de telle façon que, apparaissant d'abord à la base des moraines, les alluvions gagnent peu à peu en puissance jusqu'à ce qu'enfin les moraines qui les recouvraient d'abord disparaissent de leur surface. Cette limite du glaciaire et du fluvio-glaciaire, ascendante vers l'aval, n'est cependant pas tranchée, la transition étant ménagée par de nombreuses alternances glaciaires et fluvio-glaciaires qui nous font voir clairement que les moraines de la chaîne du Monte del Bosco et les basses terrasses du Tessin sont des dépôts équivalents et synchroniques.

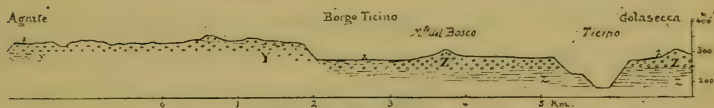
En allant de *Porto Varallo Pombia*, sur le Tessin, vers l'ouest, on voit partout les moraines dépourvues de manteau d'altération; dans quelques fonds seulement apparaît un lehm brun sableux sans consistance, puissant de 2 à 3 mètres. Au sud-ouest de *Borgo Ticino*, on arrive au quatrième étage de moraines.

Il y a là, à la base de la moraine, un lehm compact, rougeâtre, sans calcaire, qui n'est autre qu'un résidu d'altération: le *ferretto*. En le suivant vers le sud-ouest, on rencontre à diverses reprises, dans le *ferretto*, de gros blocs ainsi que quelques cailloux striés de serpentine, qui laissent reconnaître la présence d'une moraine altérée. Les moraines encore fraîches des trois étages intérieurs sont donc vers l'amont superposées à celle-ci, vers l'aval elles disparaissent de la surface, laissant champ libre au *ferretto*, qui occupe dès lors de grandes étendues¹.

¹ Vu le peu de temps disponible pour l'excursion de 1894, il ne sera pas possible d'arriver à la région proprement dite du *ferretto*, non plus que de visiter les coupes des environs d'Agrate Conturbia, etc., où on reconnaît dans le *ferretto* une moraine altérée.

La coupe générale de l'amphithéâtre morainique de *Sesto Calende* est par conséquent :

Fig. 8.



Coupe en travers des moraines du lac Majeur.

Echelles: Longueurs 1:100000. Hauteurs 1:25000.

Z, moraines terminales (internes).

z, alluvions des terrasses basses.

Y, moraines plus anciennes (externes) couvertes de lehm et de ferretto.

y, alluvion des terrasses hautes.

De *Borgo Ticino* à *Varallo-Pombia*, la ligne du chemin de fer est contenue dans la zone des moraines intérieures. A *Varallo*, elle atteint la haute terrasse du Ticino, couverte d'un lehm loessiforme et limitée à l'ouest par une surface de ferretto de 50 mètres plus élevée. Les coupes des environs de Pombia montrent que la terrasse haute est composée d'une alluvion dont les galets sont moins altérés que ceux du ferretto qui la domine à l'ouest, tandis que la terrasse basse, située 30 mètres plus bas, mais momentanément interrompue à *Pombia*, ne renferme que des galets non altérés.

V

L'AMPHITHÉÂTRE MORAINIQUE D'IVRÉE

BIBLIOGRAPHIE

Ch. Martins et Gastaldi: Essai sur les terrains superficiels de la vallée du Pô aux environs de Turin comparés à ceux de la plaine Suisse. *Bull. Soc. géol.* (2^e sér.), VII, 1849-50, p. 554 (564).

Marco: Studio geologico dell Anfiteatro morenico d'Ivrea. Turin, 1892. (Avec grande carte murale 1:25000 à coloris géologique.)

CARTES

Feuilles 42 Ivrea et 43 Biella des cartes topographiques d'Italie au 1:75000 ou au 1:400000.

C'est avec raison qu'on considère l'amphithéâtre d'Ivrée comme le plus considérable des amphithéâtres de la glaciation alpine.

Deux puissants remparts morainiques prennent leur origine à 900 mètres d'altitude, au débouché de l'étroite vallée de la *Dora Baltea*, s'écartent l'un de l'autre sous un angle de près de 90 degrés, tout en s'abaissant progressivement jusqu'à 500 mètres, et sont ensuite reliés par un arc morainique coupé par la Doire. Cette immense circonvallation, dont l'altitude ne descend nulle part au-dessous de 300 mètres, entoure une plaine de 230 mètres d'altitude moyenne,

au bord de laquelle se trouvent encore deux lacs¹, sans doute les restes d'un ancien lac plus considérable. Un prolongement du flanc gauche de la vallée, d'une altitude approchant de 400 mètres, arrive jusque dans la circonvallation, à *Ivrée*; ce lambeau de roche en place, excessivement poli et usé, donne lieu à un paysage moutonné remarquable, dont les flaques d'eau sombre reflètent les tours de nombreux châteaux et les montagnes qui ferment l'horizon.

Les roches moutonnées, les moraines et un ancien fond de lac comblé constituent les trois types de paysage d'une région autrefois glaciée, représentés à *Ivrée*. Aucun d'eux ne s'impose davantage aux regards que le grand rempart morainique de la *Serra*.

La *Serra*, comme l'indique son nom, est, par les apparences extérieures, un vrai dos de montagne; il a 20 kilomètres de long et est élevé en moyenne de 400 mètres au-dessus du fond actuel de la dépression centrale, l'angle d'inclinaison de son flanc sur l'horizon de la dépression étant de 20 degrés. Une étude plus attentive fait distinguer sur le flanc de la *Serra* un certain nombre de paliers susceptibles d'être suivis au loin et qui marquent autant de phases de retrait du glacier. Si la *Serra* figure un magnifique exemple de la puissance accumulatrice d'un glacier, les coupes qu'elle présente n'en sont pas moins suggestives au point de vue de la structure des amphithéâtres morainiques italiens. Son versant sud-ouest seul est formé par les moraines internes, tandis que sur le versant nord-est nous n'avons que des moraines

¹ Lago di Viverone, profond de 50 m., et lago di Candia, de 7^m,50 de profondeur. (Voir Giov. de Agostini, *Scandagli e ricerche fisiche sui laghi dell' anfiteatro morenico d'Ivrea*, 1894.)

externes recouvertes de lehm, transformées superficiellement en ferretto et dont la base est constituée par des graviers stratifiés. Du haut de la *Serra*, on remarque très bien le contraste entre les moraines internes semées de blocs erratiques et les externes avec leur manteau de lehm brun-rougeâtre.

Une excursion sur la belle route d'*Ivrea* à *Biella* donne une bonne idée de la constitution de la *Serra*; il est facile aussi de combiner cette excursion avec un crochet dans le paysage moutonné du nord d'*Ivrée*, en prenant par le petit lac *Sirio*¹ le chemin de *Chia-verano* et en rejoignant à *Bollengo* la route de *Biella*². On y voit des roches moutonnées et polies encore, même au milieu de ville, puis de nombreux petits lacs aux teintes sombres dans les intervalles entre les dômes³, les moraines sont rares; ensuite on passe sur la surface du comblement de la dépression centrale, et à *Bollengo* on traverse un remblai morainique détaché de la *Serra*, pour arriver enfin à la *Serra* elle-même, le long de laquelle la nouvelle route monte en serpentant entre deux ravins ou anfractuosités. Aux altitudes de 350, 405, 490 mètres, puis près de *Broglina*, à 510 mètres, se trouvent des paliers dont le dernier est limité vers l'intérieur de la dépression par un rempart morainique qui le domine de 50 mètres et qui porte, plus à l'est, le nom de *Monte Chiaro*. Ce vallonnement, dans lequel se trouve le village de *Zimone*, est interrompu par les deux anfractuosités dont il a été question déjà. Dans celle d'ouest, on

¹ Profond de 43,5 mètres.

² Tavolette 1 : 25000, 42. II. N.-E. Ivrea; 43. III. N.-O. Azeglio.

³ Le lac de Campagna, de 5 m., et celui de S. Michele, de 18^m,5 de profondeur.

constate non loin de *Broglina* que le fond du vallon est formé de graviers stratifiés.

Les coupes dans la moraine non altérée et couronnée de blocs continuent jusqu'au sommet de la *Serra*. Alors seulement commence la région du lehm brun-rougeâtre, qui recouvre les hauteurs dans la direction de *Zubiena*. On ne peut reconnaître le long de la nouvelle route les relations stratigraphiques qui existent entre ce lehm et les moraines intérieures; par contre, sur l'ancienne, au sommet même de la *Serra*, les deux formations se trouvent dans des positions relatives telles qu'il n'est pas possible de douter de la superposition des moraines internes sur le lehm.

Fig. 9.

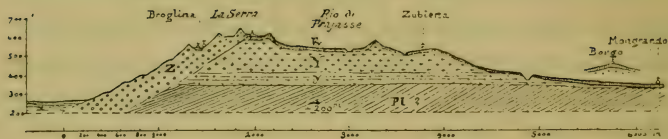


Coupe au sommet de la *Serra*.

Z, moraine interne.
L, lehm.
Fy, ferretto.

Le faite de la *Serra* est décidément constitué ici par les moraines de la dernière glaciation, tandis que 12 mètres plus au nord, on rencontre déjà le lehm brun, sous lequel le ferretto se montre bientôt, tandis que, au-dessus de lui, à côté de la tranchée, on trouve la moraine intérieure.

Fig. 10.



Coupe du flanc gauche de l'amphithéâtre d'Ivrée.

Echelles : Longueurs 1 : 80000. Hauteurs 1 : 40000.

Z, moraine terminale (interne).

z, alluvion néoglaciale.

Fy, ferretto.

Y, moraine externe.

y, alluvion des hautes terrasses.

Pl, pliocène.

En suivant la vieille route de *Biella*, on arrive à une vallée dont le fond est en partie du lehm brun et en partie du gravier néoglaciale, puis on traverse un dos parallèle à la *Serra*, dont la structure n'est clairement révélée nulle part (probablement moraine extérieure), ensuite, tant le long de l'ancienne que le long de la nouvelle route, le lehm brun surmontant un ferretto à blocs se présente dans toutes les coupes jusqu'à *Zubierna*. Les ravinements du *Rio-di-Prajasse* et du *Rio-della-Valle* montrent la moraine à la base du ferretto. Dans la direction du *Rio-Olobbia*, sur le versant de cette sorte de plateau, la moraine recouvre des alluvions. Cette même série de dépôts se retrouve plus au nord, vers *Mongrando*, où, près du pont sur la *Vionna*, on a des graviers stratifiés, tandis que sur la hauteur de *Borgo* apparait la moraine recouverte de ferretto.

Entre *Mongrando* et *Biella*, on traverse le vaste cône de déjection du *Cervo* et des rivières voisines, et l'on constate combien les débouchés des vallées alpines jadis glaciées sont différents de ceux des vallées non soumises à la glaciation.

VI

L'AMPHITHÉÂTRE MORAINIQUE DU LAC DE GARDE

BIBLIOGRAPHIE

Stoppani: Era neozoica.

Taramelli: Storia geologica del Lago di Garda. Rovereto, 1894.

CARTES

Feuilles 47 Brescia et 48 Peschiera de la carte topographique d'Italie au 1 : 75000.

Si l'amphithéâtre d'Ivrée est, par la hauteur de ses moraines, le plus imposant du versant sud des Alpes, celui du *lac de Garde* est le plus grand par son extension en surface. La forme en cuvette de la dépression centrale y est restée intacte et le fond du lac descend ici jusqu'à 178 mètres en dessous de sa surface, soit 143 mètres sous le niveau de la mer. Là où les moraines se sont individualisées en remparts indépendants, comme au sud de *Salò*, elles atteignent une altitude de 366 mètres, soit 480 au-dessus du

fond du lac; vues de ce dernier point, elles feraient un effet aussi grandiose que celles d'Ivrée.

L'asymétrie d'élévation de l'amphithéâtre est remarquable, les moraines de gauche restant en moyenne à 100 mètres en dessous du niveau de celles de droite. Les moraines externes aussi ne sont développées que sur l'aile droite, tandis qu'à l'aile gauche les moraines internes passent sans autre aux alluvions, par l'intermédiaire d'un cône de transition ininterrompu. La surface de ce cône s'étend vers l'ouest sous forme d'une plaine de graviers qui s'introduit comme un coin dans l'intervalle séparant les moraines internes des externes. En effet, les moraines externes qui, sur l'aile droite, touchent aux internes, en divergent de plus en plus vers le sud, elles perdent peu à peu leur hauteur, se réduisent à une ligne de dômes séparés les uns des autres et disparaissent enfin près de *Carpenedolo*¹, laissant le champ libre aux alluvions des terrasses basses. Il est probable que plus loin les moraines externes se continuent sous cette alluvion.

L'aile orientale de l'amphithéâtre présente ainsi un seul complexe glaciaire-fluvioglaciaire; les alluvions et les moraines sont parallèles, se remplacent dans l'espace, sans se superposer autrement que d'une manière locale à l'extérieur du paysage morainique. Plus on s'approche de l'intérieur, plus les alluvions disparaissent pour faire place à la moraine; au bord du lac, l'alluvion pure n'est coupée nulle part, tout

¹ Dans le lehm superposé à cette moraine, on a trouvé (Déterminations de F. v. Sandberger):

Helix arbustorum L. "

» *sericea* Drap.

Chondrula Monodon sp. nov.

est moraine et les graviers stratifiés ne s'approchent du lac que comme intercalations dans les moraines, vers la base de celles-ci. C'est ce que montre la gorge du *Tesino*, non loin de *Garda*, dont l'origine est excavée dans un des derniers prolongements du cône de transition, tandis que son débouché est dans la moraine. Près de *Molini*, sur une longueur de 1,5 kilomètre, l'alluvion est, petit à petit, complètement remplacée par la moraine.

Au contraire, dans l'aile ouest de l'amphithéâtre, on rencontre d'abord, en partant du lac, les moraines internes néoglaciales, puis les externes, coupées en plusieurs points par le *Chiese*. Les ravins aboutissant au *Chiese* font voir que ces moraines externes se subdivisent en deux étages glaciaires distincts superposés; les moraines internes étant elles-mêmes superposées à l'ensemble des externes, il en résulte que nous avons ici trois étages glaciaires distincts, susceptibles d'être suivis sur une grande étendue.

En s'approchant du lac de Garde, la ligne du chemin de fer de *Brescia* à *Verone* court d'abord sur la grande plaine d'alluvions du *Chiese*, de laquelle sortent, à *Castenedolo* et *Ciliverghe*, des monticules de graviers transformés en ferretto, la dernière de ces collines est traversée par la voie. Près de la station de *Ponte San Marco*, on arrive dans la région des moraines externes couvertes de lehm, puis aussitôt après au cône de transition néoglaciale des moraines internes. Ce n'est que près de *Lonato* qu'on se trouve dans les moraines internes proprement dites, formant en ce point un rempart qui atteint environ l'altitude de 200 mètres; la coupe en face de la station de *Lonato* présente une moraine graveleuse

plus ou moins stratifiée. Entre Lonato et le lac, il y a encore deux remparts dont les altitudes décroissantes sont d'environ 150 et 110 mètres.

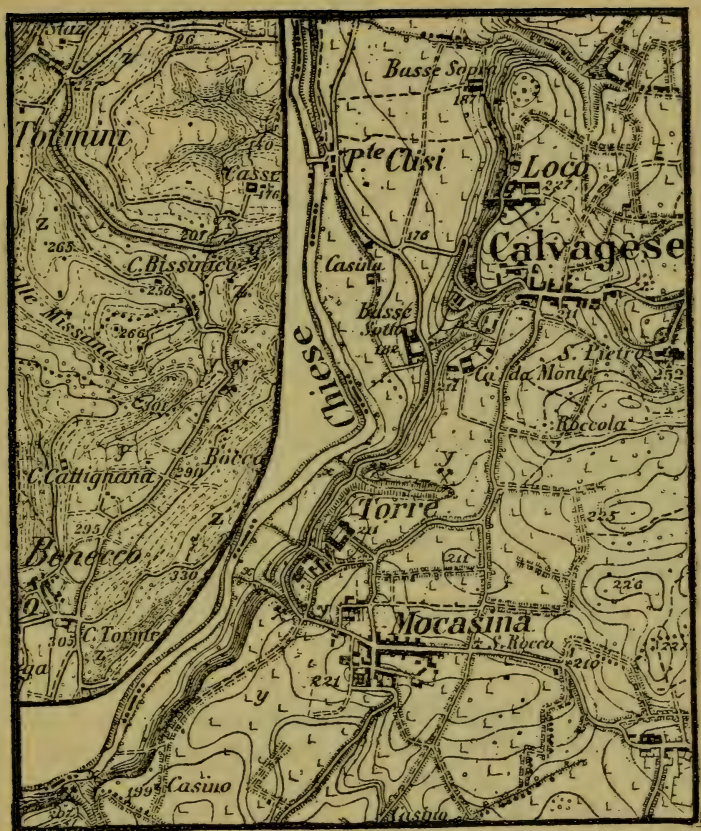
De *Lonato* vers le nord, dans la direction de *Carzago*, on a, à droite, le grand rempart morainique, précédé ici d'un autre plus bas, sur lequel se trouve le hameau de *Sedena*; à gauche, le cône de transition dans les coupes duquel on trouve encore par ci par là quelques cailloux striés. A l'ouest de *Carzago*, le terrain s'élève un peu, les champs jusque là pierreux deviennent gras, les chemins sont creux et montrent que nous nous trouvons dans le lehm brun, sous lequel apparaît, à l'ouest de *Mocasina*¹, le ferretto.

Là où la route de *Mocasina* à *Ponte Clisi* descend vers le *Chiese*, nous avons de haut en bas le profil suivant :

	1. Lehm brun . . .	2 mètres
Y	2. Ferretto . . .	2 »
	3. Moraine profonde .	8 »
	4. Gravier stratifié .	2 »
	5. Lehm brun . . .	2,5 »
X	6. Ferretto . . .	3 »

Il existe une coupe toute semblable dans le ravin de *Torre* entre *Mocasina* et *Calvagese*; elle présente (à la sortie du ravin) sous le ferretto (6) des lambeaux de glaciaire non encore altéré, reposant sur un gravier fortement congloméré, au-dessous duquel viennent de l'argile, puis une brèche calcaire et enfin un dépôt argileux à cailloux striés de faciès local. Le profil de *Mocasina* se trouve ainsi complété vers le bas de la manière suivante :

¹ Tavolella 1:25000. F. 47. I. S.-E. Bedizzole. (Voir carte ci-après.)



Situation des coupes de Mocasina-Calvagese (à droite)
et des coupes de Benecco-Tormini (à gauche).

Echelle 1:25000

Z, moraine interne.

y, alluvion des terrasses hautes et moraines correspondantes.

x, alluvion des plateaux et moraines correspondantes.

(Extrait de la Carte topographique du royaume d'Italie.)

X	{	7. Moraine	2	mètres
		8. Conglomérat	12	»
		9. Argile	1	»
		10. Moraine locale	8	»

Nous avons donc ici deux séries glaciaires superposées, composées chacune de moraines et de graviers formant un tout. Ces deux séries sont séparées l'une de l'autre par une puissante couche d'altération et une couche de lehm brun; ce sont donc bien deux formations distinctes, appartenant aux moraines externes. Sur une longueur de 4 kilomètres, de *Calvagese* à *Masciaga* et à *Cantrina*, on peut nettement distinguer ces deux étages superposés des moraines externes, X et Y.

Au nord-est de *Calvagese*, dans la commune de *Moscoline*, les moraines extérieures forment une surface accidentée, couverte de lehm brunâtre, sous lequel se rencontre un ferretto assez épais, de façon que ce n'est que dans les profonds ravinements qu'on constate la présence de moraine non altérée, par exemple à l'est de *Morsone*, dans le chemin creux près de *C^a del Ronchetta*.

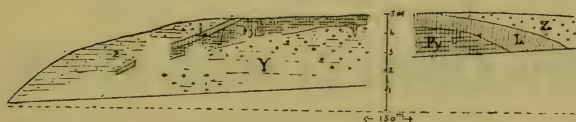
La région des moraines externes, caractérisée par son manteau de lehm, arrive jusqu'au *Monte Serino*, l'un des points culminants de la moraine de *Lonato*, qui, par sa nature, l'absence de lehm superficiel et les nombreux blocs erratiques qui le couronnent, appartient déjà aux moraines internes. Au nord de *Garzago*, les moraines externes touchent donc aux internes qui les dominent.

Dans la région du *Monte Serino*, la moraine de *Lonato* (interne) est divisée en deux remparts parallèles dont l'oriental, celui du *Monte Cassaga*,

366 mètres, est le plus élevé; le contraste que ces moraines font dans le paysage avec les extérieures est frappant.

La route de *Salò* emprunte le vallonnement qui sépare les deux branches de la moraine de *Lonato* jusque près de *Benecco*, où elle traverse le rempart ouest pour suivre d'abord la limite entre les moraines internes et les externes; grâce à un prolongement que font, vers l'ouest, les moraines internes, en refoulant même le *Chiese* contre la montagne, la route rentre dans la moraine interne; c'est là, dans l'angle correspondant au changement de direction des moraines internes¹ qu'une tranchée de la route révèle la superposition des moraines internes non altérées aux moraines altérées extérieures. En 1890, peu après la construction de la route, on constatait le profil suivant, fig. 11, à gauche, encore reconnaissable dans

Fig. 11.



Coupe près de *Benecco*.

- Z, moraine interne.
- z, alluvion néoglaciale.
- L, lehm.
- Fy, ferretto.
- Y, moraine externe, étage supérieur.

toutes ses parties essentielles au printemps 1894. 150 mètres plus haut, vers le sud, se trouve le profil de droite, fig. 11.

¹ Tavoletta 1 : 25000 *Salò* (Feuille 48. IV. N.-O.). Le point en question est situé 200 mètres au S. de la cote 257. (Voir carte ci-devant.)

En continuant dans la direction de *Caccavero*, on remarque, à plusieurs reprises, un conglomérat à cailloux striés: le faciès graveleux de la moraine externe, surmonté par la moraine plus récente et ses alluvions qui contiennent des blocs du conglomérat externe.

En amont du prolongement morainique, à l'ouest de *Saló*, le fond de la vallée du *Chiese* est formé par un vaste remplissage de graviers de plusieurs kilomètres de longueur. Cela fait présumer l'existence d'une ancienne vallée plus profonde, se rendant au lac et qui n'en a été séparée que par les accumulations du glacier qui, barrant le passage au *Chiese*, le rejetaient à l'ouest en le forçant à se frayer, par *Villanuova sul Clisi*, un nouveau chemin vers la plaine.

VII

DÉPOTS GLACIAIRES A L'INTÉRIEUR DES ALPES

a) Moraines de retrait

CARTES

Pour l'orientation générale :

Ravenstein: Karte der Ostalpen 1:250000. (Frankfort a/M. Prix Mk. 6 la feuille montée.) Feuilles VII, Lombardische Alpen; IV, Westtiroler Alpen.

Ou *Leuzinger*: Reliefkarte von Tirol, etc., 1:500000:

Noë: Geologische Uebersichtskarte der Alpen. Wien.

Pour la topographie spéciale :

Spezialkarte der österr.-ungar. Monarchie, 1 : 75000. Feuilles 22. IV (Rovereto), 21. IV (Trient), 20. IV (Cles), 19. V (Klausen), 18. V (Sterzing), 17. V (Matrei). (Mk. 1 la feuille non montée.) (K. k. milit. geogr. Instit. Wien.)

Les phénomènes d'érosion et d'accumulation des temps postglaciaires, auxquels nous devons rapporter le dernier façonnement des vallées, n'ont laissé subsister que de rares témoins des phases de retrait des glaces. La plupart des bourrelets terminaux ont disparu, on ne les retrouve plus guère que dans les ramifications supérieures des vallées qui n'ont pas encore été nivelées par les cours d'eau. Dans la vallée de l'*Inn*, cependant, de puissantes terrasses de graviers glaciaires, hautes de 300 à 400 mètres, ont particulièrement attiré l'attention.

Le trajet du *lac de Garde* au *Brenner* est remarquable par les beaux dépôts postglaciaires qu'on traverse¹. D'abord, des restes d'éboulements remplissent la petite vallée transversale entre la *Sarca* et l'*Adige* (suivie par la ligne du chemin de fer de *Riva* à *Mori*) ; ils ont donné naissance au petit lac de *Loppio*.

Ensuite, dans la vallée de l'*Adige*, l'éboulement gigantesque des *Lavini di Marco*, au pied duquel se trouve la station de *Mori*. Cet amas de blocs calcaires anguleux, mentionné déjà par Dante, repousse l'*Adige* vers l'ouest, en donnant lieu à une discontinuité marquée de sa pente. Aux flancs de la *Zugna Torta*, se voit la niche d'origine de l'éboulement, et l'opinion

¹ F. Simony. Ueber die Alluvialgebilde des Etschthales. Sitzungsber. k. Akad. Wien. Math. nat. Cl., XXIV, 1857, 455-492.

émise encore en 1886, que ces masses de débris représentent, tout comme les Marocche de la vallée de la *Sarca*, des moraines, est actuellement insoutenable. Il est remarquable de voir une grande quantité de ces blocs couverts de fines rainures lapiaires (Karren); ce phénomène, commun à beaucoup d'éboulements calcaires, fournit la preuve de la genèse subaérienne des lapiés.

Plus loin, de gigantesques cônes de déjection : celui du *Leno* à *Rovereto*, celui de la *Fersina* à *Trente*, et, à *Lavis*, le plus remarquable, celui de l'*Avisio* du *Val Fassa*; chacun de ces cônes repousse l'*Adige*, rompt l'uniformité de sa pente et relève le terrain d'amont, qui devient fréquemment marécageux. La plus étendue de ces parties plates et marécageuses est à l'amont du cône de la *Noce*, entre *San Michele* et *Bozen*; une anfractuosité de la vallée y présente même, dans le *Kalterersee* (au N. de la station de *Neumarkt*) une inondation permanente.

A *Bozen*, la ligne entre dans la vallée étroite de l'*Eisack*, qui devient parfois une vraie gorge à hautes murailles de porphyre. Au lieu des inondations de l'*Adige*, ce sont les éboulis et les irrutions torrentielles qui apportent parfois ici des entraves aux communications; ainsi encore dans la nuit du 17 au 18 août 1891, une crue locale du *Ganderbach* de *Kolmann* détruisit en partie le village de ce nom et la ligne du chemin de fer¹. On voit encore les restes du petit lac produit alors par l'énorme charriage du *Ganderbach*, qui roulait des blocs de 12 à 20 mètres

¹ Toulà : Ueber Wildbachverheerungen. Wien 1892. (Schriften d. Ver. z. Verbr. naturw. Kenntn., XXXII.)

cubes. De pareils phénomènes, très fréquents dans les Alpes, devraient faire réfléchir les géologues qui tiennent tous les dépôts à gros blocs pour des moraines !

Entre *Brixen* et *Franzensfeste*, des moraines très limoneuses donnent lieu au confluent de l'*Eisack*-et du *Pusterthal* à une terrasse de 150 mètres de haut, couverte à sa surface d'une quantité de gros cailloux de granit; des roches moutonnées avec polis glaciaires sont visibles près de la ligne.

Dans la *Sachsenklemme*, en amont de *Franzensfeste*, les moraines disparaissent. Au bas du bassin de *Sterzing*, par contre, près de la station de *Freienfeld*, les collines traversées par l'*Eisack* sont probablement du glaciaire. Moraines près de *Ried*, au-dessus de *Sterzing*, puis surtout au-dessus de *Gossensass*, sur le flanc sud du *Pflerschthal*, où existent trois bourrelets morainiques. On les reconnaît distinctement de la ligne après avoir entrevu les glaciers du fond du *Pflerschthal*, notamment le *Feuersteingletscher*.

La haute vallée du col du *Brenner* ne présente pas de moraines; ce n'est que des limites supérieures d'altitude de l'erratique qu'on a pu conclure à un déversement des glaces vers le sud, par dessus le col ¹.

¹ Penck. Der Brenner. Zeitschr. d. Deutsch. u. Oesterr. Alpenvereins. 1887. I.

Fritz Kerner von Marilaun. Die Verschiebungen der Wasserscheide im Wipphale während der Eiszeit. Sitzber. k. Akad. Wien. Math.-naturw. Cl. Abt. I. Bd. C. 1891. S. 448.

b) La terrasse du Wippthal

BIBLIOGRAPHIE

Penck: Zur Vergletscherung der Deutschen Alpen, Leopoldina XXI. Halle, 1885.

Blaas: Erläuterungen zur geologischen Karte der diluvialen Ablagerungen in der Umgebung von Innsbruck. (Jahrb. k. k. Geol. Reichsanstalt. XL. 21.) Wien, 1890 (avec carte géologique).

CARTES

Umgebungskarte von Innsbruck 1:75000, k. k. milit.-geogr. Institut Wien.

Les premiers vestiges de la puissante terrasse de graviers glaciaires qui prend plus bas, dans le *Wippthal*, une si grande importance, apparaissent à *Matrei*¹. C'est principalement au confluent du *Wippthal* et de la vallée de *Stubai* que cette terrasse acquiert un grand développement; elle forme ici, à *Schönberg*, un plateau dont l'altitude de 1003 mètres domine de 300 mètres le niveau du *Sillbach* dans le *Wippthal* et produit l'impression d'une haute digue placée en travers du *Stubaital*. Le niveau du fond de cette vallée n'est guère que de 900 mètres à *Vulpmes*. Du belvédère construit à *Schönberg* par M. Witting (1026

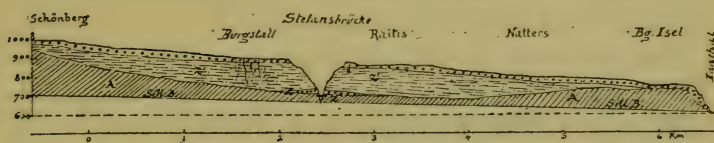
¹ Cette terrasse avait déjà attiré l'attention de Playfair, qui s'exprime ainsi:

Even more remarkable than the above (h. a. terraces of Switzerland) are the terraces of gravel upon which the road through the Tyrol is conducted from Sterzing to Inspruck, at a height of 500 feet above the present bed of the river. The Works of John Playfair. I. 1882. p. LVI.

mètres), on se rend bien compte de l'ensemble de cette terrasse et de son développement vers l'aval.

La nouvelle route du *Brenner* serpente le long des flancs abrupts ou terrassés de cette formation et procure ainsi dans plusieurs belles coupes la possibilité d'en étudier la structure.

Fig. 12.



Profil de la terrasse du Wipptal.

z', alluvions stadiques de la dernière glaciation recouvertes de moraines et reposant sur des moraines Z.
A, roche en place.

Le glacière constitue la partie supérieure de la terrasse ; il est découvert à la *nouvelle Poste* de *Schönberg*, et à plusieurs reprises jusqu'au kilomètre 13, soit jusqu'à l'altitude d'environ 900 mètres, comportant ainsi une épaisseur de 100 mètres. A la partie inférieure se présentent souvent des alternances du glacière avec le fluvio-glacière qui suit plus bas et qui donne lieu à des parois abruptes bien visibles au kilomètre 10,3. De là au kilomètre 9, ces alluvions produisent, notamment au *Burgstall*, des cheminées de fées (*Erdpyramiden*). On reconnaît qu'elles reposent sur une couche de sable surmontant elle-même un limon sableux, tandis que sous le tout se trouvent 8 mètres de moraine directement superposée au schiste en place. Aucune couche d'altération ni au-

cune discordance entre ces divers horizons ne laissent soupçonner une époque interglaciaire. Cette association d'argiles stratifiées, de sables et de moraines se retrouve à l'ouest de la *Stefansbrücke*, à un niveau inférieur aux puissants dépôts d'alluvions coupés par la route et qui l'accompagnent presque jusqu'au *Berg-Isel*. Au sud du *Berg-Isel*, on voit les alluvions coupées et recouvertes sur leur tranche par des moraines, tandis qu'au sud de *Wiltten* une exploitation est ouverte dans la moraine.

Les alluvions du *Wipptal* sont donc une puissante intercalation fluvio-glaciaire entre des moraines; elles représentent une formation interstadiaire due à une phase de retrait des glaces. Les glaces s'étant retirées jusqu'au-dessus de *Matrei*, dans le *Wipptal*, et de *Vulpmes*, dans le *Stubai*, et y ayant fait halte, il en résulta le dépôt d'un grand cône de transition recouvrant les moraines de la vallée, et recouvert lui-même de moraines lors d'une nouvelle poussée glaciaire momentanée.

c) La brèche de Hötting.

BIBLIOGRAPHIE

- Penck*: Die Vergletscherung der Deutschen Alpen. Leipzig, 1882. 228.
- A. Böhm*: Die Höttinger Breccie und ihre Beziehung zu den Glazialablagerungen. Jahrb. der k. k. geol. Reichsanstalt, XXXIV. Wien, 1884. 147.
- J. Blaas*: Die Höttinger Breccie u. s. w. Ber. d. naturw.-med. Ver. zu Innsbruck, XVIII. 1889. 97.
- R. v. Wettstein*: Die fossile Flora d. Höttinger Breccie. Denkschr. Akad. math.-naturw. Kl. LIX. Wien, 1892.

CARTES

Umgebungskarte von Innsbruck 1:75000. k. k. milit.-geogr. Inst. Wien.

VUES ET RELIEFS

Innsbruck. Vues prises du Berg-Isel et des bords de l'Inn.
Phot. de Würthle et Spinnhirn. Salzburg.

Reliefs de *Blaas*. Weiherburg Aufschlüsse 1:3333 à 8 Mk.

Verbreitungsgebiet der Breccie 1:20000 à 40 Mk. (Innsbruck, Wagnersche Universitäts-Buchhandlung.)

La grande terrasse de la vallée de l'*Inn*, dont celle du *Wipptal* n'est qu'un prolongement, renferme, outre des sables et graviers interstadiaires, les parties inférieures de la brèche interglaciaire de *Hötting*.

Vu du *Berg-Isel*, le flanc gauche de la vallée de l'*Inn* présente à sa base une terrasse atteignant l'altitude de 900 mètres (fond de la vallée 582 mètres) et dont le versant laisse voir plusieurs exploitations de roche rougeâtre : la brèche rouge de *Hötting*. Sous le sommet du *Frau-Hitt*¹, un peu en retrait sur le flanc général, se trouve la *Höttinger Alpe*, découpée par une quantité de petits ravins où affleure une roche caverneuse de couleur claire, appartenant également à la brèche, mais représentant sa variété blanche².

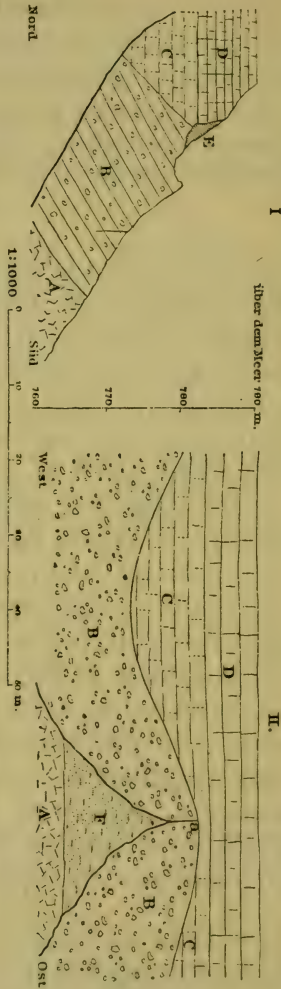
On peut se faire une idée de l'architecture de la brèche, en la regardant de la rive droite de l'*Inn* au pont d'*Innsbruck*. Avant tout, on aperçoit le grand talus d'éboulis de la carrière Mayr, et la carrière elle-même surmontée par un dépôt grisâtre, la moraine

¹ Pour tout ce qui suit, voir la carte p. 128.

² Voir la vue d'*Innsbruck* dans Kirchhoff. *Länderkunde von Europa*, I. 2, p. 98. La brèche y a été rendue bien visible.

supérieure. A l'est et à l'ouest du petit château de *Weierburg*, situé à une centaine de mètres au-dessus

Fig. 13 (extraite de Penck : Vergleichsrechnung, etc.)



Profil am oberen Ende des Weierburger Grabens bei Innsbruck.

I von der Seite, II von vorn.

A. Dolomit der unteren Trias B. Gruntherrnstein C. Lose rote Breccie D. Feste rote Breccie E. Schutt F. Rasen.

Profil à la tête du ravin de Weierburg.

- A, dolomite triasique.
- B, moraine profonde.
- C, brèche rouge incohérente.
- D, brèche rouge conglomérée.
- E, éboulis.
- F, végétation.

de l'*Inn*, s'ouvrent deux ravins qui entament le versant à l'est de la carrière. Dans chacun des deux ravins on a, en bas, des parois de rochers surmontées par une couche de roche bleuâtre, la moraine inférieure, au-dessus de laquelle vient la brèche ¹.

Dans le ravin de l'est, la brèche commence au-dessus d'une source captée abondante, sa partie inférieure est aquifère et moins agglutinée que la brèche compacte qui suit au-dessus. Le ravin adjacent à l'est présente sur son flanc gauche une belle superposition de la brèche sur la moraine argileuse remplie de galets magnifiquement striés et polis. La surface de contact de la brèche et de la moraine, ainsi que quelques vestiges de stratification ² de celle-ci, plongent vers la montagne. A 20 mètres de là, à la tête du ravin, se voit la même superposition, ainsi du reste que dans le ravin suivant. Le contact immédiat de la brèche et de la moraine est donc découvert sur une longueur de 50 mètres ³. Une portion de moraine à stratification horizontale est visible dans le plus oriental de ces ravins ⁴.

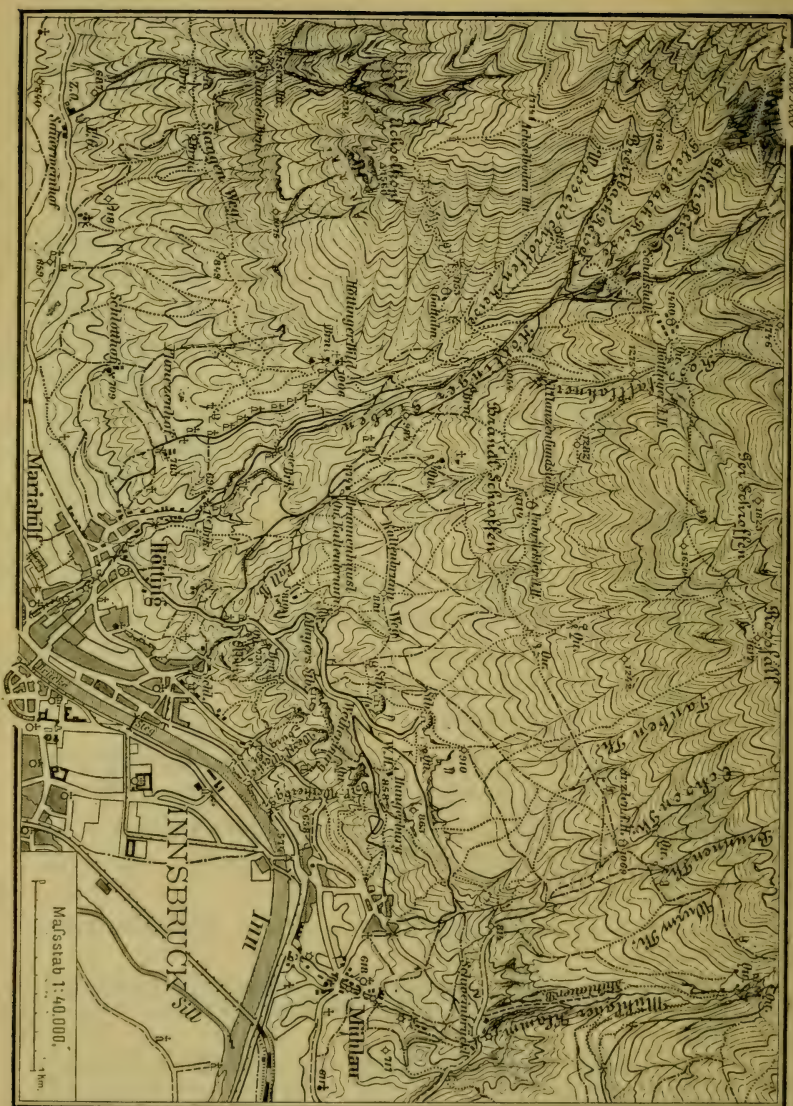
En allant du ravin *est* de *Weiherburg*, le long des têtes de couches abruptes de la brèche, dans la direction de la carrière Mayr, on arrive 500 mètres plus loin au ravin *ouest*. Descendant dans ce ravin, on

¹ Voir la vue dans Penck : Die grosse Eiszeit. Himmel u. Erde, 1891, IV, 1.

² Rothpletz, dans son examen très superficiel de la localité, n'a rien vu de cela. (Ein geologischer Querschnitt durch die Ostalpen. 1894. 97.)

³ Voir Penck. Vergletscherung, etc. Fig. 1. Taf. II, reproduite ci-après, Fig. 13, I.

⁴ Taf. II. Fig. 2. Dans Penck, reproduite ci-après, Fig. 13, II.



La contrée d'Innsbruck (d'après la Carte spéciale d'Autriche-Hongrie).

retrouve sous la brèche compacte une zone de brèche meuble et aquifère, qui recouvre une moraine susceptible d'être suivie sur toute la distance de ce ravin au ravin est. Enfin, près de l'extrémité *est* de la carrière Mayr, un glissement remet à découvert la superposition de la brèche à la moraine; la brèche est ici encore meuble, argileuse et aquifère à sa partie inférieure, et contient à sa base des fragments carbonisés. La moraine est limoneuse comme dans les coupes de *Weierburg*, elle contient les mêmes cailloux striés et des concrétions sphériques, mais aucun fragment de brèche.

Le flanc de la terrasse de la vallée de l'*Inn* présente donc sur une longueur de 500 mètres la superposition de la brèche rouge de *Hötting* sur la moraine.

La brèche rouge elle-même est bien ouverte à la carrière Mayr; c'est une roche en gros bancs presque horizontaux, composée de fragments calcaires anguleux reliés par un ciment rougeâtre; les bancs sont séparés les uns des autres par des couches minces marneuses et rougeâtres ou jaunes, sableuses, riches en paillettes de mica (comme le limon de l'*Inn*), et dans lesquelles on trouve fréquemment des aiguilles de pin. La hauteur de l'exploitation est de 35 mètres, la surface lavée et quelquefois striée de la brèche supporte une moraine caillouteuse, à gros fragments de brèche. A l'ouest de la carrière, cette moraine recouvre les têtes de couches de la brèche.

Au-dessus de la carrière Mayr, la surface de la terrasse est surtout formée de moraines qui acquièrent ici, au pied du flanc proprement dit de la vallée, un grand développement. Elles sont coupées près du *Brunnenhäusl* par le *Höttinger-Graben* et recouvertes

d'une couche de lehm sableux lœssiforme assez répandu dans les environs d'*Innsbruck*, et qui contient des restes de poterie. Le flanc de la vallée est constitué au *Brandlschroffen* par de la brèche blanche différente de la rouge seulement par la couleur de son ciment. Cette brèche blanche s'étend presque ininterrompue sur le versant de la *Höttinger-Alm* jusque sous les parois de la *Frau-Hitt*, où elle repose sur la roche en place, comme du reste au *Brandlschroffen*. C'est dans la brèche blanche, au nord du *Brandlschroffen*, et au flanc gauche du ravin à l'est de la *Höttinger-Alpe*, que se trouve, 150 mètres en amont de la jonction des deux ravins, le gisement des plantes fossiles étudiées par *von Wettstein*, sur la carte : *Pflanzenfundstelle*. Le versant est constitué en ce point par un grès triasique rouge (qui explique la coloration rouge de la brèche en dessous) surmonté, à 30 mètres au-dessus du fond du ravin, par 15 mètres de brèche à alternances de grain grossier et de grain fin. Les restes végétaux caractérisés par la présence fréquente du *Rhododendron ponticum* se trouvent dans les parties à grain fin, mais il est remarquable que les feuilles n'y sont pas toujours couchées sur le plan des strates et qu'on rencontre souvent des tiges debout, traversant les couches. Ceci indique une sédimentation rapide, telle qu'elle a lieu dans les débordements torrentiels, et *von Wettstein* a tiré de la flore la conclusion que le dépôt d'une couche inférieure du gisement eut lieu au printemps, celui d'une couche supérieure en automne.

Dans les ravins à l'ouest de la *Höttinger-Alm*, par exemple entre la *Gufer-Reise* et la *Pleisbach-Reise*, on trouve deux faciès de brèche en alternances : un faciès

limoneux à nombreux gros blocs, faisant l'effet d'une moraine, et un faciès distinctement stratifié, suivant la pente du versant, avec fragments de grandeur variable et peu de ciment, ensuite de quoi la brèche y prend une nature caverneuse. Une de ces grottes dite le *Schafstall* — situé à 1400 mètres sur la Gufer-Reise, au-dessus de sa jonction avec la Pleisbach-Reise — contient un gros bloc calcaire distinctement strié, tandis que dans les parties de faciès morainique en dessous, on trouve cà et là des cailloux striés et des cristallins évidemment erratiques à cette altitude de 1300 mètres. Il ressort de là que la brèche blanche contient des matériaux glaciaires; comme elle n'est pas glaciaire elle-même, mais qu'elle représente sans doute un talus d'éboulis agglomérés, il faut donc qu'avant sa formation, des glaciers alpins eussent déjà atteint une fois la cote de 1300 mètres et que des glaciers locaux eussent déjà existé.

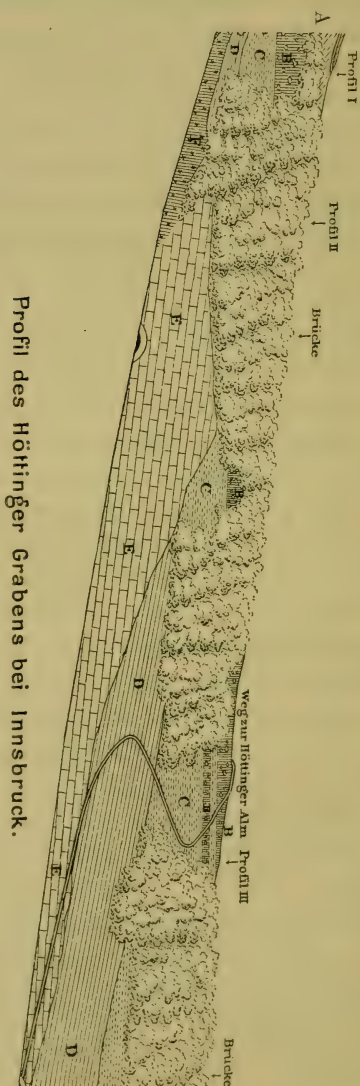
Descendant maintenant dans le *Höttinger-Graben*, nous constatons à droite, en dessous du ravin de la *Höttinger-Alm*, sous la brèche blanche, la brèche rouge immédiatement superposée au grès rouge; viennent ensuite des pointements de cargneule, puis, au niveau de la terrasse de l'Innthal, une moraine assez compacte. Un cailloutis torrentiel, le *Höttinger-Schutt*, recouvre la moraine et supporte un gravier de l'Inn, lequel est à son tour recouvert de moraines au *Höttinger-Bild*¹.

A 150 mètres en aval, mais à un niveau plus élevé que la moraine, revient la vraie brèche rouge compacte, dont le contact avec la moraine était visible en

¹ Penck. Vergletscherung, etc. Taf. II. Fig. 3. Prof. I (reproduit ci-après, fig. 14).

1890 et 1892 dans le lit même du torrent. On voyait

Fig. 14 (extraite de Penck : Vergleichschem, etc.)



Profil des Hötinger Grabens bei Innsbruck.

Profil du Hötinger-Graben.

Echelle 1 : 5000

A, éboulis récents.
B, moraine profonde de dessus.
C, fluvioglaciale.

D, Hötinger-Schutt.
E, brèche de Höting.
F, moraine profonde de dessous.

alors, 150 mètres en dessus du pont supérieur, la moraine grise agglutinée recouverte sur la tranche braise par la brèche rouge, et à leur contact une marne jaunâtre à coquilles terrestres déterminées par *F. von Sandberger*, savoir :

Helix villosa Drap.

Helix tenuilabris A. Braun.

Pupa muscorum L.

Cionella lubrica Müll.

Clausilia sp.

La brèche rouge est coupée par le ravin jusqu'au premier pont au-dessus de *Hötting*; elle fait base à 40 ou 50 mètres de *Höttinger-Schutt*, sur lequel repose autant de gravier¹ fluvio-glaciaire en alternance à sa partie supérieure avec les moraines qui le recouvrent.

Le *Höttinger-Schutt*, le gravier fluvio-glaciaire et les moraines constituent, sur une hauteur de 150 mètres, le versant de la terrasse de l'*Inn*. La même série se retrouve à l'est, au *Gnadenwald*, et à l'ouest, jusqu'à l'*Ætzthal*.

RÉSUMÉ

La brèche de *Hötting* est une formation locale du versant de l'*Innthal*, sa variété blanche, un grand talus d'éboulis agglutiné, la rouge, un cône de déjection cimenté. Toutes deux constituent un tout indissoluble.

Au moment de la formation de la brèche, une flore, dont 4 seulement des 41 espèces décrites par von

¹ Penck. Vergletscherung, etc. Taf. II. Fig. 3, reproduite ci-dessus, fig. 14. Prof. III.

Wettstein ne peuvent être identifiées avec des espèces actuelles, occupait les flancs de la vallée. De ces 41 espèces, 29 se retrouvent actuellement aux environs du gisement, 6 autres (ou au moins leurs plus proches congénères) existent dans le Tyrol septentrional, mais à une altitude moins élevée, les 6 dernières ne se rencontrent plus dans le Tyrol du nord, mais plus au sud-est.

Avant la brèche, la vallée de l'Inn avait déjà été remplie une fois, au moins jusqu'à 1300 mètres d'altitude par le glacier de l'Inn, plus haut par les glaciers locaux des Alpes calcaires.

Après la formation de la brèche, lorsqu'elle était déjà conglomérée, une nouvelle glaciation remplit l'Innthal jusqu'à 1900 mètres.

L'existence même de la brèche et sa flore impliquent entre les deux glaciations une époque non glaciaire, de climat plus doux que notre climat actuel.

d) Glaciaire intra-alpin en aval d'Innsbruck.

BIBLIOGRAPHIE

- Penck*: Vergletscherung der Deutschen Alpen. p. 152.
— Die Glacialschotter in den Ostalpen. Mitt. d. Deutsch. u. Oesterr. Alpenver. 1890. N° 23 et 24.
Blaas: Notizen über diluvio-glaciale Ablagerungen im Inngebiete. Berichte des naturw.-medic. Ver. Innsbruck. 1890-1891.

CARTES

Pour l'orientation générale :

Ravenstein: Karte der Ostalpen. Feuilles I (Bayer.-Alpen), II (Salzburger-Alpen).

Feuille 24 (Rosenheim) de la Uebersichtskarte von Südwest-Deutschland 1:250000, herausgegeben vom Bayer. topogr. Bureau. (Altitudes en toises bavaroises. Prix, non montée, Mk. 1,80.)

Leuzinger: Reliefkarte von Mittel-und Südbayern, Nordtirol u. Salzburg 1:500000. (Mk 5, non montée.)

Pour la topographie spéciale :

Spezialkarte der Österr.-Ungar.-Monarchie 1:75000. Feuilles 16. V, Innsbruck. 16, VI, Rattenberg. 15, VI, Kufstein.

Entre *Hall* et *Schwaz*, le *Gnadenwald* est la continuation de la terrasse de l'*Inn* d'*Innsbruck*. Il s'élève à 890 mètres, soit environ à 400 mètres au-dessus du fond de la vallée. A *Stans* (en aval de *Schwaz*) et à *Jenbach*, nous remarquons encore deux fois à 900 et 950 mètres des restes de la terrasse qui, au-dessus de *Jenbach*, forment la digue de l'*Achensee*.

Plus en aval, la terrasse disparaît, au moins dans la vallée principale. La terrasse de l'*Angerberg* qui se voit sur la rive gauche entre *Rattenberg* et *Kirchbichel*, puis, plus bas, avant *Kufstein*, est due aux couches oligocènes de *Häring*. On remarque aussi en passant que le *Zillerthal* n'a pas de terrasse. Par contre, la terrasse existe dans les petites vallées secondaires, par exemple à gauche, dans la vallée de la *Brandenberger Ache* (invisible du chemin de fer), dans le *Brixenthal*, près *Hopfgarten*, à 750 mètres (sur la ligne de Vienne), et surtout en dessous de *Kufstein*, dans le *Jenbachthal*, dont la terrasse de 680 mètres d'altitude est très distincte, à partir d'*Oberaudorf*.

La structure de la terrasse de l'*Innthal*, telle que nous la révèlent les tranchées du *Vomperbach*, du

Stansbach et du *Kasbach*, est partout la même. A la base, on trouve un cailloutis local analogue au *Höttinger-Schutt*, au-dessus, les graviers et sables stratifiés de l'*Inn* — on les voit quelquefois du chemin de fer apparaissant dans des glissements, par exemple à *Fritzens*, — puis en haut, des moraines puissantes, souvent avec intercalations fluvio-glaciaires. Dans les vallées affluentes, la structure est analogue, mais tous les éléments composants sont, comme dans le *Wipptal*, de nature locale.

Cette grande terrasse de la vallée de l'*Inn*, localisée entre les débouchés de l'*Ätzthal* et du *Zillerthal*, ne possède pas cette régularité de pente qui caractérise les terrasses fluvio-glaciaires en général, lorsqu'elles naissent à l'extrémité d'un glacier. Il faut supposer qu'il s'agit plutôt ici d'une formation de barrage, dont l'âge ressort de celui de la terrasse du *Wipptal*, son prolongement naturel.

Lorsque le glacier de *Stubai* descendait jusqu'au près de la vallée de l'*Inn*, ceux de l'*Ätz-* et du *Zillerthal*, dont l'aire collectrice était plus élevée et plus vaste, devaient obstruer la vallée de l'*Inn*, donnant lieu ainsi aux dépôts de barrage qui constituent une partie de la terrasse et qui, plus tard, furent recouverts de moraines ¹.

¹ Cette genèse doit aussi être celle des terrasses de graviers de Luino-Valtravaglia au lac Majeur. Supposons l'extrémité du glacier du Tessin dans la région d'Intra, il devait remplir le défilé formé par les Pozzoni di Laveno et le Monte di Cargiogo, sans occuper entièrement le rélargissement de Luino, où les graviers se déposaient au bord du glacier.

VIII

L'AMPHITHÉÂTRE MORAINIQUE DU GLACIER DE L'INN

BIBLIOGRAPHIE

Penck: Vergletscherung, etc., p. 123, 150, 337, 352, 419.

CARTES

Pour l'orientation générale :

Ravenstein: K. d. Ostalpen. Feuille II (Salzburger Alpen). Uebersichtskarte von Südwest-Deutschland. Feuille 24, Rosenheim.

Leuzinger: Reliefkarte, etc.

Pour la topographie spéciale :

Topographischer Atlas von Bayern 1:50000. Feuilles Rosenheim (West) et Holzkirchen (Ost).

Gümbel: Geolog. Karte der bayer. Alpen. Blatt IV, Miesbach. 1:100000.

Rosenheim, le point d'où rayonnent les lignes de chemins de fer de la Haute-Bavière, est situé au milieu de la vaste dépression centrale du glacier de l'*Inn*.

Le fond de la dépression a 470 mètres d'altitude, il est formé de grandes surfaces de marais tourbeux, auxquelles succède, vers le nord, un paysage de drumlins. La circonvallation s'élève en pente très douce jusqu'aux altitudes de 630 mètres au nord et de 650 mètres à l'ouest, elle ne domine donc le fond que de 200 mètres environ, au lieu des 400 mètres de différence d'altitude que nous avons rencontrés

dans les amphithéâtres italiens. C'est à cette différence qu'est dû le contraste des paysages glaciaires du nord et du sud des Alpes.

La dépression est largement ouverte jusqu'aux Alpes; en venant de *Kufstein*, on y entre à *Brannenburg*, où se montrent quelques terrasses. L'une d'elles présente, peu avant *Brannenburg*, une stratification inclinée, de delta, d'où l'on conclut qu'un lac post-glaciaire d'une altitude supérieure à 475 mètres a jadis occupé la dépression.

Au sud de *Brannenburg*, la colline isolée du *Biberhügel* est formée de nagelfluh également à stratification inclinée, mais dont l'âge est antérieur aux moraines. Ce fait indique la présence du lac avant la dernière glaciation, une analogie avec la vallée de la Salzach ¹.

L'aile ouest de l'amphithéâtre est coupée par la *Mangfall*, que suit la ligne de *Rosenheim* à *Holzkirchen*, ce qui permet de se rendre compte de la structure de l'amphithéâtre sur ce point.

Déjà près de *Aibling*, le miocène supérieur, coupé par l'*Inn* à *Rosenheim*, s'élève au-dessus du fond de la dépression. Au-dessus de la station de *Bruckmühl*, il est déjà à 30 mètres au-dessus de la *Mangfall* et se trouve couronné en cet endroit par de la nagelfluh. Là où la *Mangfall* entre dans les moraines, il atteint environ 600 mètres. De longues coupes montrent les terrains superposés au miocène; ce sont de haut en bas :

¹ Penck. Vergl., p. 344.

Brückner. Die Vergl. des Salzachgebietes, p. 85. (Geogr. Abhandl. I. 1. Wien, 1886.)

z) 25 mètres gravier stratifié meuble et grossier de l'Inn, passant près d'*Altenburg* à la moraine = Terrasse basse (niederterrassenschotter).

Lehm d'altération avec apophyses dans le terrain inférieur :

y) Gravier par places cimenté, avec cailloux de nagelfluh ca-verneuse diluviale = Alluvion des hautes terrasses (hochterrassenschotter).

Lehm d'altération peu au-dessus du niveau de la voie se prolongeant en apophyses dans :

x) Nagelfluh calcaire solide, ouverte près de la voie sur une hauteur de 3 mètres = Alluvion des plateaux (deckenschotter).

L'aile ouest de la circonvallation est donc en partie formée d'alluvions plus anciennes; cela se voit aussi sur la ligne de *Rosenheim* à *Munich* par *Grafring*.

IX

LA PLAINE DE MUNICH

BIBLIOGRAPHIE

Penck: Vergletscherung, etc., p. 148.

Chr. Gruber: Das Münchener Becken. (Forschungen zur Deutschen Landes u. Volkskunde. I, 4, 1885.)

CARTES

Pour l'orientation générale :

Ravenstein: K. d. Ostalpen. Feuilles I et II.

Übersichtskarte von Südwest-Deutschland. Feuilles 19 (Munich) et 24 (Rosenheim).

Leuzinger: Reliefkarte von Mittel u. Südbayern, etc. (Figuré magnifique de tout l'avant-terrain des Alpes allemandes.)

Pour la topographie spéciale :

Topographischer Atlas von Bayern 1 : 50000. Feuilles Wolfrathshausen et München.

La plaine de Munich constitue un trait remarquable de l'avant-terrain des Alpes. C'est un plain incliné de régularité presque géométrique, occupant l'espace compris entre les moraines des glaciers de l'*Inn* et de l'*Isar*, d'une part, et la région tertiaire plus au nord, d'autre part. Vers le sud, près de *Holzkirchen*, son altitude est de 700 mètres, elle s'abaisse vers le nord jusqu'à atteindre, à *Moosburg*, la cote de 415 mètres; la régularité de sa pente est telle que les courbes de niveau y cheminent en lignes droites de direction E.-W.

Vers le sud, la plaine est coupée par une série de vallons actuellement sans eau, parmi lesquels le *Teufelsgraben*, qui prend son origine aux moraines du glacier de l'*Isar* et se rend à la *Mangfall*. En quittant les moraines du glacier de l'*Inn*, la ligne de *Rosenheim* suit ce vallon, puis un autre, et gagne *Holzkirchen*; pendant le trajet, on voit à plusieurs reprises la nagelfluh de l'alluvion des plateaux au fond du vallon, tandis que la surface est formée par l'alluvion non conglomérée des terrasses basses. *Holzkirchen* est situé aux confins de la moraine externe, dont le manteau de lehm est exploité au nord de la localité.

La ligne traverse le *Teufelsgraben* et prend la plaine de Munich, couverte de forêts, dans la région de *Saverlach*. Peu avant la station de *Deisenhofen*, on traverse le *Gleisenthal*, également une vallée sèche dont l'origine se trouve aux moraines de l'*Isar*.

Le *Gleisenthal* présente une série de coupes excellentes, très appropriées à l'étude de la structure du plan incliné. Une carrière abandonnée du flanc gauche, tout près de la ligne, présente de haut en bas :

z) 2,5 mètres gravier meuble grossier, stratifié, riche en cailloux cristallins = Niederterrassenschotter.

Lehm d'altération à apophyses en sacs dans :

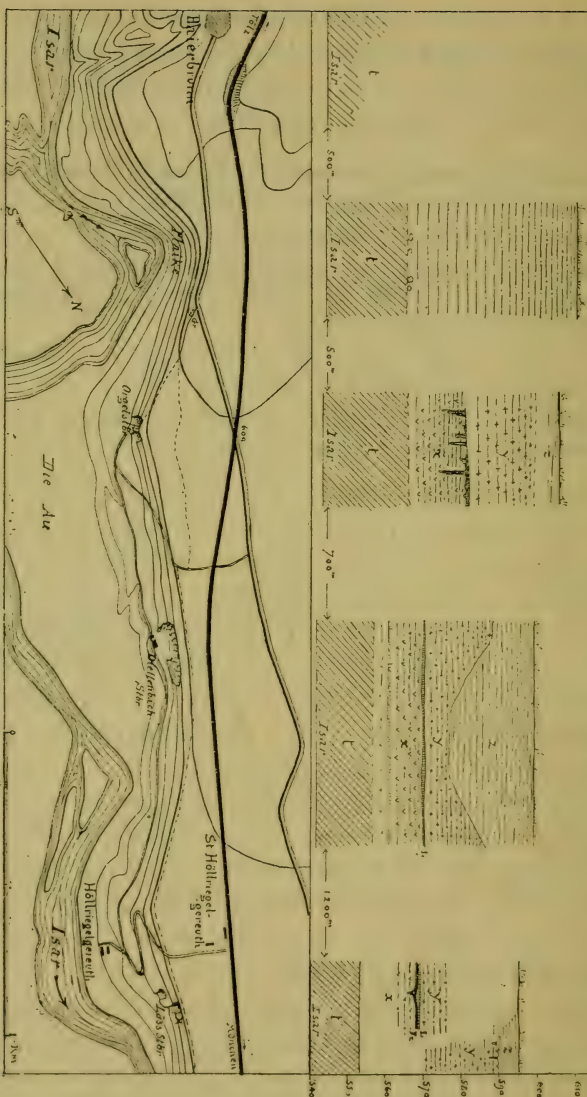
y) 2 mètres nagelfluh peu consistante, argileuse à sa partie supérieure et riche en cailloux striés = Hochterrassenschotter et moraine externe.

2 mètres lehm d'altération se prolongeant en grands sacs de plusieurs mètres de haut dans :

x) 10 mètres nagelfluh solide, exclusivement formée de roches des Alpes calcaires = Deckenschotter.

Les carrières voisines ne présentent qu'une partie de cette série; dans celles du nord, dans la direction de *Deisenhofen*, on voit l'alluvion des terrasses basses directement superposée au lehm du deckenschotter, sous le lehm apparaît cette alluvion des plateaux à galets presque exclusivement calcaires et que sa solidité permet d'exploiter comme pierre de construction. Dans la carrière plus au sud, c'est l'alluvion des basses terrasses qui manque; on n'y rencontre que les moraines extérieures superposées au lehm et au deckenschotter, tandis que plus au sud encore, les carrières n'ont plus que du deckenschotter recouvert d'un lehm d'altération de 2 mètres d'épaisseur moyenne, qui se prolonge souvent en apophyses de 4 à 6 mètres de profondeur dans l'alluvion.

Vers l'amont de la plaine, les hauteurs sont formées par les moraines externes dont le manteau de lehm alimente des tuileries près de *Laufzorn*; ce sont les équivalents de la couche *y* ci-dessus.



Z, alluvion des basses terrasses.

Y, alluvion des hautes terrasses.

L, Jehm et Joss.

x, alluvion des plateaux.

t, linz.

On rencontre tout à fait la même série de dépôts dans la vallée de l'*Isar*, près de *Grosshesselohe*¹, où ils sont superposés à la marne du miocène supérieur connue sous le nom de *flinz*, laquelle est visible ici.

Directement au nord du chemin allant de la station de *Höllriegelskreut* au restaurant situé dans la vallée, on a, dans un glissement, de haut en bas :

z) 5 mètres alluvion grossière, riche en cailloux cristallins.

1,5 mètre lehm d'altération.

y) 15 mètres alluvion grossière, en partie agglomérée en nagelfluh.

Dans une coupe située 10 mètres plus au sud, on voit sous cette alluvion :

L) Véritable loess à teneur calcaire avec :

Helix sericea Drap.

» *arbustorum* Müll.

Succinea oblonga Drap.

d'après les déterminations de F. v. Sandberger.

1,5 mètre lehm d'altération sans calcaire se prolongeant en sacs dans :

x) 10 mètres nagelfluh calcaire.

De nombreuses sources et des glissements montrent au-dessous :

Le flinz, qui atteint ici la cote de 560 mètres environ.

Cette série est encore reconnaissable à 1200 mètres plus au sud, dans la grande carrière où le peintre Dieffenbach avait construit son atelier. Il faut cependant remarquer qu'ici l'alluvion z n'est pas seulement superposée à y, mais qu'elle remplit une dépression en forme de vallon creusée dans l'alluvion y. Le loess L entre x et y est représenté par une couche de

¹ Positionskarte von Bayern 1:25000. Feuilles 722 (Baierbrunn), 723 (Grünwald). (Voir la carte ci-après avec les profils p. 79.)

lehm atteignant 0,5 mètre d'épaisseur et qu'on peut suivre sur toute la longueur de la carrière.

En continuant encore 700 mètres vers le sud, on trouve dans deux carrières voisines abandonnées (Orgelstbr.) une nagelfluh qui, par ses nombreux galets cristallins, se rapproche de *y*, tandis que dessous vient la nagelfluh *x*.

Il n'y a entre deux ni lœss ni lehm, mais on trouve sous l'alluvion *y* de profondes apophyses décomposées se prolonger en tuyaux d'orgue dans *x* jusqu'à 6 mètres de profondeur; ces apophyses partent de la surface inférieure de *y*. En montant entre les deux carrières par un bon sentier, on atteint finalement l'alluvion des terrasses basses *z*.

Enfin, environ 500 mètres au sud, là où l'*Isar* mine la rive dans une convexité regardant l'ouest (Plaike), il n'y a plus que de l'alluvion des basses terrasses, épaisse de 45 mètres et reposant sur le flinz.

Près de là s'élèvent les moraines externes de *Baierbrunn* couvertes d'un lœss-lehm épais qui, de même que celui de *Laufzorn*, repose donc sur les moraines et alluvions Y. Ce fait montre l'existence de deux lœss, l'un inférieur entre *x* et *y*, l'autre supérieur entre *y* et *z*.

RÉSUMÉ

En résumé, nous avons, au sud de *Munich*, trois alluvions superposées, la plus ancienne est la plus conglomérée et se distingue par la rareté de ses éléments cristallins, éléments qui, dans la vallée de l'*Isar*, doivent être tenus pour erratiques. Chacune de ces alluvions est superficiellement altérée, la couche

d'altération qui la sépare des dépôts plus récents étant la plus forte sur le deckenschotter et la plus mince sur l'alluvion la plus jeune.

S'il est permis de considérer l'épaisseur des couches d'altération comme proportionnelle au temps pendant lequel elles se sont produites, l'intervalle entre le dépôt de l'alluvion des plateaux et celui des terrasses hautes doit avoir été bien plus long que celui qui sépara le hoch- du niederterrassenschotter.

Il résulte aussi de l'irrégularité de la surface de l'alluvion des hautes terrasses que la période qui tombe entre cette alluvion et celle des terrasses basses fut une époque d'érosion. On peut ailleurs démontrer la même chose pour l'époque séparant l'alluvion des plateaux de celle des hautes terrasses.

Les relations qui existent à *Deisenhofen* entre l'alluvion des terrasses hautes et les moraines, la font considérer comme fluvio-glaciaire, ce qui est le cas aussi pour celles des terrasses basses. Quant à l'alluvion inférieure, le deckenschotter, développé sur tout l'avant-terrain des Alpes allemandes, il s'élève vers le sud et se relie à une moraine au *Höchsten*, au nord du lac de *Constance*.

La plaine de Munich fournit, tout comme l'amphithéâtre du lac de Garde, les preuves de trois glaciations séparées par deux époques de lœss; ce lœss étant, du reste, indépendant des alluvions, puisque, à *Höllriegelskreut*, il en est séparé par une couche d'altération.

X

L'AMPHITHÉÂTRE DU GLACIER DE L'ISAR

BIBLIOGRAPHIE

Penck : Vergletscherung, etc., p. 123, 150, 355, 413.

A. Geistbeck : Die Seen der Deutschen Alpen. Tab. I, 8. II, 11. III.

CARTES

Topograph. Atlas v. Bayern 1:50000. Feuilles München et Wolfratshausen.

Positionskarte von Bayern 1:25000, 743 Andechs. 767 Tutzing.

L'amphithéâtre du glacier de l'*Isar* présente plusieurs dépressions centrales situées à quelque distance en avant des débouchés des vallées par lesquelles le glacier sortait des Alpes. Chacune de ces dépressions centrales a sa circonvallation propre, mais toutes ces circonvallations se rejoignent ainsi que les cônes de transition qui en naissent et qui se soudent finalement à la plaine de *Munich*.

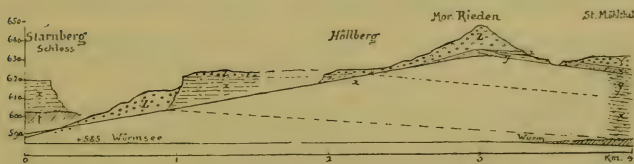
La dépression médiane est occupée par le *Wurmsee* ou lac de *Starnberg*, profond de 115 mètres et dont la surface n'est dominée que de 50 mètres par les moraines terminales. Ce lac, tout comme son voisin l'*Ammersee*, est creusé dans le deckenschotter et atteint même le flinz.

Jusqu'à la station de *Mühlthal*, la ligne du chemin de fer de *Munich* à *Starnberg* traverse la plaine de

Munich, coupée par la vallée de la *Würm* et dont la pente n'est que de $6^0/00$; elle suit alors un prolongement de la plaine, qui, dès au-dessus de *Gauting*, passe entre les collines arrondies et couvertes de lehm des moraines extérieures. Au sud de *Mühlthal*, ce prolongement atteint les moraines internes.

A la station de *Mühlthal*, la ligne coupe une nagelfluh peu agglutinée, couverte d'une forte couche de lehm et contenant quelques cailloux striés; ce doit être un équivalent des moraines externes Y et de l'alluvion des terrasses hautes y. En dessous, on rencontre une nagelfluh solide, très pauvre en galets cristallins; l'alluvion des plateaux x, puis, plus bas, un horizon aquifère indique dès 585 mètres la présence du flinz. L'autre flanc de la vallée est déjà formé de moraine interne sous laquelle on constate une épaisseur de 20 mètres de terrasse basse. On a donc de nouveau ici les 3 alluvions superposées ou même emboîtées, puisque le niederterrassenschotter se trouve dans une vallée des alluvions plus anciennes.

Fig. 15.



Profil le long de la ligne du chemin de fer
de Mühlthal à Starnberg.

Echelles : Longueurs 1:50000. Hauteurs 1:4000.

Z, moraines terminales (internes).	y, alluvion des hautes terrasses.
z, alluvion des terrasses basses.	x, alluvion des plateaux.
Y, moraines externes.	t, flinz.

Le long de la ligne de *Starnberg*, tout près de la station de *Mühlthal*, on arrive devant les moraines internes à un vallon rempli d'alluvions des terrasses basses *z.* Ces mêmes alluvions sont visibles sur le hochterrassenschotter d'une exploitation de graviers près de la ligne; à la limite des deux dépôts, on constate encore des terminaisons d'apophyses d'altération, la couche d'altération elle-même a été érodée. Dans la tranchée du chemin de fer qui suit au sud, on voit la continuation du hochterrassenschotter sous forme de bancs de nagelfluh, qui cessent bientôt pour faire place à la moraine interne appliquée sur leurs tranches polies; cette alluvion contient des galets de deckenschotter. En effet, nous trouvons plus loin l'alluvion des plateaux coupée, présentant de magnifiques polis glaciaires et couverte de moraines qui continuent jusqu'au lac. Les moraines de la dernière glaciation reposent donc sur les tranches biaises des alluvions plus anciennes, lesquelles témoignent par leurs surfaces polies de l'action érosive du glacier.

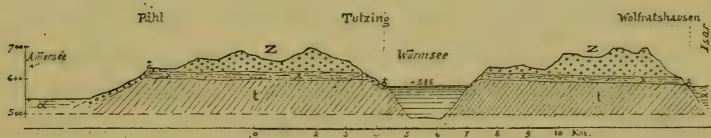
Au-dessus de *Berg*, sur la rive droite du lac, on retrouve les tranches du deckenschotter dont la base repose à environ 610 mètres d'altitude sur le flinz — comme cela paraît ressortir de l'existence de nombreuses sources. Dans le village de *Berg*, il s'élève jusqu'à 640 mètres et présente, par places, de beaux polis; l'un d'eux a été déblayé et mis sous toit par les soins de la section de Munich de l'*Alpenverein*; il présente une surface presque miroitante, les cailloux et le ciment y étant coupés parfaitement au même niveau ¹.

¹ Figuré par E. Fraas (*Scenerie der Alpen*, Leipzig 1893, p. 304).

Vers le sud, les moraines superficielles s'élèvent jusqu'à une hauteur considérable, formant des dos dont l'un porte l'hôtel de la *Rottmannshöhe* — sur le toit, beau panorama de l'amphithéâtre.

Descendant vers le lac, nous traversons la tranche du *deckenschotter* superposé au flinz à la même altitude qu'à *Berg*. En amont, à l'ouest d'*Ober-Allmannshausen*, à mi-chemin entre *Leoni* et *Ammerland*, une exploitation, visible de loin, met à jour une alluvion stratifiée horizontalement où se voit de nouveau la superposition de la moraine aux tranches biaises de l'alluvion glaciaire. Ce dépôt est analogue à ceux de *Luino* au lac Majeur.

Fig. 16.



Profil de l'Isar à l'Ammersee.

Echelles : Longueurs 1:250000. Hauteurs 1:2222.

α, alluvion récente.

x, alluvion des plateaux.

z, moraines néoglaciales (internes).

t, Flinz.

L'alluvion des plateaux est coupée sur la rive gauche du lac, en dessus de *Tutzing*, au même niveau que sur la rive droite. Dans le *Kalkgraben*, la surface supérieure du flinz est à 615 mètres au-dessus; vient ensuite l'alluvion grossière contenant des intercalations sableuses et présentant une composition quelque peu différente de la composition ordinaire du

deckenschotter : cela est dû à une quantité de galets de flysch originaires de la nagelfluh miocène. Plus haut l'alluvion redevient normale et présente à 630 mètres une surface polie. La moraine recouvre au *Kalkgraben* les tranches de couches du deckenschotter.

Le lac de *Starnberg* est donc une sorte de cuvette creusée dans le deckenschotter ; les versants coupent en biais les couches de cette alluvion, dont les tranches sont revêtues de moraines tant à droite qu'à gauche et en aval ; il en résulte que la cuvette est postérieure à la glaciation du deckenschotter. Les polis glaciaires, nombreux à la surface du deckenschotter, impliquent une usure glaciaire.

L'alluvion des plateaux, qui a d'ordinaire une pente de 5 à 6 ‰, n'en présente aucune entre *Mühlthal* et *Tutzing*, soit sur une longueur de 12 kilomètres. Sa surface à *Tutzing* est donc de 60 à 70 mètres en contre-bas de l'altitude qu'elle devrait avoir d'après son allure générale. D'*Ammerland* au château d'*Eurasburg*, la pente du deckenschotter est par contre plus forte que la normale, elle atteint en moyenne

Fig. 17.



Coupe en long du lac de Starnberg.

Echelles : Longueurs 1:250000. Hauteurs 2:2500.

Z, moraines néoglaciaires. x, alluvion des plateaux.
t, flysch.

12⁰/₆₀. Cette forte pente le long de la partie supérieure du lac est aussi peu naturelle que le manque de pente à la partie inférieure; il doit s'être produit dans la région du lac une dislocation formant une concavité de 60 à 70 mètres de flèche. Le *lac de Starnberg* est donc dans un synclinal.

Mais la profondeur de 60 à 70 mètres due à la formation de ce synclinal n'excède guère la moitié de la profondeur totale du lac, de telle façon qu'on ne peut regarder le lac comme résultant uniquement de ce synclinal.

Cela est d'autant moins probable que l'*Ammersee*, creusé comme le *Würmsee* dans le *deckenschotter*, est placé en travers de l'anticlinal qui succède vers le nord au synclinal du *Würmsee*.

SOMMAIRE



PARTIE GÉNÉRALE

- I. **Dépôts de la dernière glaciation**, page 70. — *Définitions et classification*, 70. — *Structure intérieure et allure superficielle*, 71. — Paysage morainique, 72. — Dépression centrale, 72. — Amphithéâtre morainique, 72. — Cône de transition, 72. — *Genèse*, 73. — *Succession des complexes*, 74. — Leur imbrication, 74. — *Résumé*, 75.
- II. **Dépôts plus anciens**, 76. — Couches d'altération, 76. — Ferretto, 77. — Moraines externes et moraines internes, 77. — Superposition des moraines internes aux externes, 77. — Emboîtement des moraines internes dans les externes, 78. — Superposition et emboîtement des alluvions, 79. — Alluvion des plateaux = deckenschotter, des hautes terrasses = hochterrassenschotter, des terrasses basses = niederterrassenschotter, 79. — *Résumé*, 80.
- III. **Formations interglaciaires**, 80. — Epoque interglaciaires, 80. — Dépôts interstadias, 81. — Le loess alpin, 81. — Le lehm, 82.
- IV. **Formations de barrage**, 83.

PARTIE SPÉCIALE

- I. **Les moraines terminales du glacier de la Reuss à Meltingen**, 84. — L'amphithéâtre, 85. — Le cône de transition, 86. — Excursion en partant de Brugg, 87. — Phase de grande extension de la dernière époque glaciaire, 88.
- II. **Les alluvions glaciaires**, 89. — Les terrasses basses du nord de la Suisse, 89. — L'alluvion des plateaux, 90. — La Beznau, 90. — La haute terrasse, 92.
- III. **La contrée de Schaffhouse**, 93. — L'amphithéâtre, 93. — Les terrasses basses, Klettgau et Rafzerfeld, 94. — Les trois étages fluvio-glaciaires de Schaffhouse, 94. — Le Schweizersbild, 96. — Le tuf calcaire de Flurlingen, 97. — La chute du Rhin, 98.
- IV. **Les moraines du lac Majeur**, 99. — Le lac, 99. — Dépôts de Luino, 100. — Delta d'Intra, 100. — Moraines d'Arona, Borgo-Ticino, Sesto-Calende, 100. — Terrasse basse, 101. — Moraines internes superposées aux externes, 102.

- V. **L'amphithéâtre morainique d'Ivrée**, 104. — La Serra, 105. — D'Ivrée à Biella, 106. — Superposition de moraines internes aux externes au sommet de la Serra, 107.
- VI. **L'amphithéâtre morainique du lac de Garde**, 109. — La cuvette, 109. — Asymétrie entre les deux ailes, 110. — Moraines externes seulement à droite, 110. — De Lonato à Carzago et à Salò, 110. — Superposition de moraines internes sur deux étages distincts d'externes, 112-115. — Déviation du Chiese, 115. — Ancien cours du Chiese, 116.
- VII. **Dépôts glaciaires à l'intérieur des Alpes**. a) *Moraines de retrait*, 116. — Dépôts postglaciaires de la vallée de l'Adige, éboulements et grands cônes de déjection, 117. — Vallée de l'Eisack, 118. — L'irruption du Ganderbach, 118. — Débouché du Pusterthal, 119. — Bassin de Sterzing, 119. — Le Brenner, 119. — b) *Terrasse du Wipptal*, 120-122. — c) *Brèche de Hötting*, 122. — Terrasse de l'Innthal, 123. — La brèche, 123. — Coupes des ravins de Weiherburg, 124. — La carrière Mayr, 127. — La brèche blanche, 128. — La coupe des plantes, 128. — Le Schafstall, 129. — Le Höttinger-Graben, 129. — Le Höttinger-Schutt, 129. — Résumé, 131. — d) *Glacière intra-alpin en aval d'Innsbruck*, 132. — Le Gnadenwald, 133. — Dépôt de barrage, 134.
- VIII. **L'amphithéâtre morainique du glacier de l'Inn**, 135. — Dépression de Rosenheim, 135. — Ouest de l'amphithéâtre, 136.
- IX. **La plaine de Munich**, 137. — Limites, 138. — Les vallées sèches, 138. — Le Gleisenthal à Deisenhofen, superposition des trois alluvions, 139. — Superpositions de Höllriegelskreut, 141. — Résumé, 142.
- X. **L'amphithéâtre du glacier de l'Isar**, 144. — Sa nature, 144. — De Mühlthal à Starnberg, superpositions de moraines et d'alluvions, 145. — De Berg à la Rottmannshöhe et à Ammerland, alluvions anciennes polies et striées, 146. — Tutzing, 147. — Dislocation postglaciaire du deckenschotter et genèse du lac, 148.



DE L'ACTION DES
CHLORURES THIOCARBAMIQUES BISUBSTITUES

sur les Thiurées tertiaires et sur la Thiocarbanilide

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DE LA CONSTITUTION DES THIURÉES

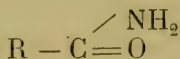
Par HENRI RIVIER

INTRODUCTION

**Sur la constitution des thiamides
et spécialement des thiurées.**

Les thiamides sont toutes les combinaisons qui renferment le complexe $[\text{CSNH}_2]'$ et leurs dérivés de substitution. Elles sont des amides $\text{R}'\text{CONH}_2$ où l'oxygène est remplacé par du soufre.

La constitution des amides ne paraît pas douteuse. Elles se présentent, soit par leurs formations, soit par leurs réactions, comme des combinaisons du groupe NH_2 ou de ses dérivés de substitution avec des radicaux $\text{R} - \text{C} \begin{smallmatrix} \diagup \\ \diagdown \end{smallmatrix} \text{O}$. Leur formule de structure sera donc :



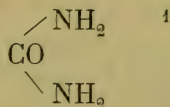
Suivant la nature de R on distingue trois classes principales :

1. *Les amides des acides monobasiques.* R est un complexe hydrocarboné (par exemple $C_n H_{2n+1}$).

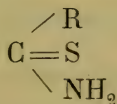
Exemple : $CH_3 CO NH_2$, Acétamide.

2. *Les dérivés de l'acide carbamique* (sels et éthers composés ou *uréthanes*). R est OM (carbamates métalliques) ou $OC_n H_{2n+1}$ (carbamates alkyliques ou *uréthanes*). Exemple : $NH_2 CO OC_2 H_5$, Uréthane.

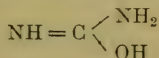
3. *L'urée et ses dérivés.* R est un nouveau groupe NH_2 ou un de ses dérivés de substitution. L'urée est ainsi l'amide (ou la diamide) de l'acide carbonique.



Les *thiamides* prennent naissance soit par des procédés analogues à ceux employés pour la préparation des amides en partant de composés sulfurés au lieu de composés oxygénés, soit en remplaçant dans les amides elles-mêmes l'oxygène par du soufre, au moyen du sulfure de phosphore. Ces modes de formation font envisager la constitution des thiamides comme analogue à celle des amides. Elle serait représentée par la formule dite *normale* ou *symétrique*

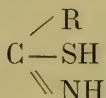


¹ Sans vouloir examiner la question de la constitution de l'urée, nous remarquerons toutefois que cette forme symétrique n'est pas universellement admise. Griess (Ber. der deutschen chem. Gesellsch., XV, 452), se prononce pour la forme asymétrique



Laar (Ber. XVIII, 653) admet pour l'urée la possibilité de deux formes tautomériques.

Par contre, les réactions des thiamides se font dans la presque totalité des cas dans un autre sens que celles des amides. Elles s'accomplissent comme si les thiamides avaient non pas la forme ci-dessus, mais la forme dite *asymétrique*



Cette anomalie dans les réactions des thiamides est connue depuis longtemps et de nombreux chimistes l'ont étudiée. Les uns adoptent pour elles la première constitution, d'autres la seconde; enfin une troisième théorie est celle de la tautomérie des thiamides. Engagé par M. le professeur Billeter à étudier aussi ce domaine, j'ai pensé qu'un exposé aussi bref et aussi complet que possible des recherches faites à ce sujet ne serait pas inutile. C'est pourquoi, avant de rendre compte de mes travaux personnels, je passerai rapidement en revue les modes de formation des thiamides, puis les réactions dans lesquelles elles agissent sous la forme asymétrique. J'exposerai ensuite les différentes théories énoncées sur cette question et les arguments mis en avant pour les appuyer. Je terminerai par l'exposé des travaux faits par M. Billeter et ses élèves et des déductions qu'on en doit tirer.

La division que nous avons établie pour les amides s'applique aussi aux thiamides.

En considérant la formule normale $\text{R} - \text{C} \begin{array}{l} \swarrow \text{S} \\ \searrow \text{NH}_2 \end{array}$ nous aurons, suivant la nature de R, les trois classes suivantes :

1. *Thiamides des acides monobasiques* (ou simplement thiamides dans le sens restreint du mot). R est un complexe hydrocarboné, p. ex. $C_n H_{2n+1}$.

Ex. : $CH_3 CS NH_2$, Thiacétamide.
 $CH_3 CS NH C_6H_5$, Thiacétanilide.

2. *Dérivés des acides thiocarbamique et dithiocarbamique*¹. R est soit OM ou $OC_n H_{2n+1}$ (Thiocarbamates métalliques et thiocarbamates alkyliques ou *thiuréthanes*²), soit SM ou $SC_n H_{2n+1}$ (dithiocarbamates métalliques et dithiocarbamates alkyliques ou *dithiuréthanes*).

Ex. : $C_6H_5 NH . CS . OC_2H_5$, Phénylthiuréthane.
 $C_6H_5 NH . CS . SC_2H_5$, Phényldithiuréthane.

3. *La thiurée et ses dérivés*. R est un nouveau groupe NH_2 ou un de ses dérivés de substitution.

Ex. : $CS (NH_2)_2$, Thiurée.
 $CS (NH C_6H_5)_2$, Thiocarbanilide ou Diphénylthiurée.
 $CS . NH C_6H_5 . NC_6H_5 . CH_3$, Méthylthiocarbanilide.
 $CS . N_2 (C_6H_5)_4$, Tétraphénylthiurée.

Modes de formation des Thiamides.

1. *Thiamides des acides monobasiques*. — Le *penta-sulfure de phosphore* transforme les amides des acides monobasiques en thiamides. Ex. :

¹ Nous employons, comme Beilstein (Handb. 3^{te} Aufl. I, 1537), le préfixe *thio* pour toutes les combinaisons sulfurées qui se déduisent de corps oxygénés par remplacement de l'oxygène par du soufre. Le préfixe *sulfo* est réservé aux dérivés de l'acide sulfurique.

² Les dérivés de l'acide carbaminthionique $NH_2 CO . SR$ ne rentrent pas dans les thiamides, mais dans les amides.

$\text{CH}_3 \text{CO NH}_2 + \text{P}_2 \text{S}_5 \longrightarrow \text{CH}_3 \text{CS NH}_2$, Thiacétamide.

$\text{CH}_3 \text{CO NH C}_6\text{H}_5 + \text{P}_2 \text{S}_5 \longrightarrow \text{CH}_3 \text{CS NH C}_6\text{H}_5$,
Thiacétanilide.

$\text{CH}_3 \text{CO NC}_6\text{H}_5 \cdot \text{CH}_3 + \text{P}_2 \text{S}_5 \longrightarrow \text{CH}_3 \text{CS NC}_6\text{H}_5 \cdot \text{CH}_3$,
Méthylthiacétanilide.

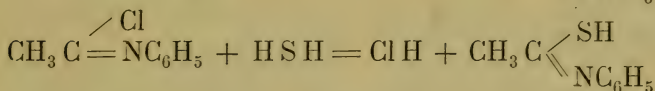
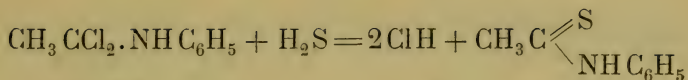
On est tenté d'en conclure l'identité de constitution des thiamides et des amides. Or la constitution des thiamides complètement substituées est seule établie par ce fait. Comme nous le verrons plus loin, par l'action d'un halogène-alkyle sur une thiamide non substituée RCS NH_2 ou incomplètement substituée $\text{RCS NHR}'$, obtenue par le même procédé, il se forme non pas un homologue supérieur de constitution normale,

mais un isomère de celui-ci $\text{RC} \begin{smallmatrix} \swarrow \text{SR}'' \\ \searrow \text{NH} \end{smallmatrix}$ ou $\text{RC} \begin{smallmatrix} \swarrow \text{SR}'' \\ \searrow \text{NR}' \end{smallmatrix}$. La thiacétanilide, par exemple, donne avec

l'iodure de méthyle de la méthylisothiacyétanilide $\text{CH}_3 \text{C} \begin{smallmatrix} \swarrow \text{SCH}_3 \\ \searrow \text{NC}_6\text{H}_5 \end{smallmatrix}$, différente de son isomère, la méthylthiacétanilide obtenue par l'action du sulfure de phosphore sur la méthylacétanilide.

Il s'est donc opéré une transformation intramoléculaire. A-t-elle eu lieu lors de la formation de la thiamide ou seulement lors de celle de son dérivé alkylique? Cette question revient à celle-ci: la thiamide a-t-elle, avant sa réaction avec l'halogène-alkyle, la constitution normale ou la constitution asymétrique?

Les thiamides des acides peuvent prendre naissance par double décomposition de l'*hydrogène sulfuré* avec certains chlorures de radicaux amidés ou imidés. Exemple:



Le produit de ces deux réactions est un seul et même corps, la thiacétanilide. Selon ses modes de formation, on peut donc lui appliquer soit l'une, soit l'autre de ces deux formules de constitution, qui représentent un seul et même corps. Il en est de même pour toutes les thiamides incomplètement substituées.

Il existe donc deux séries de combinaisons isomères se déduisant l'une du type $\text{R} \cdot \text{C} \begin{array}{l} \diagup \text{S} \\ \diagdown \text{NH}_2 \end{array}$ (thiamides normales), l'autre du type $\text{R} \cdot \text{C} \begin{array}{l} \diagup \text{SH} \\ \diagdown \text{NH} \end{array}$ (isothiamides).

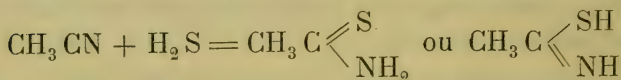
Des représentants des deux séries sont connus pour les corps complètement substitués. Quant aux corps non complètement substitués, on ne connaît que des représentants de l'une des séries. Cela veut dire que seuls les termes d'une série sont stables, et que les termes de l'autre série se transforment au moment de leur formation en termes isomères de la première. Si c'est le type normal qui est stable, une combinaison de la forme asymétrique $\text{R} \cdot \text{C} \begin{array}{l} \diagup \text{SH} \\ \diagdown \text{NR}' \end{array}$ se transformera d'elle-même en $\text{R} \cdot \text{C} \begin{array}{l} \diagup \text{S} \\ \diagdown \text{NR}'\text{H} \end{array}$ et inversement, si c'est le type asymétrique qui est stable, une

combinaison de la forme normale $R.C \begin{smallmatrix} \diagup S \\ \diagdown NR'H \end{smallmatrix}$ se transformera d'elle-même en $R.C \begin{smallmatrix} \diagup SH \\ \diagdown NR' \end{smallmatrix}$

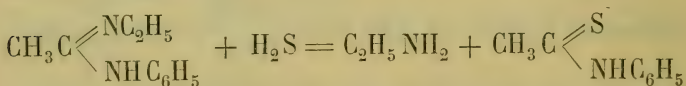
Ces considérations générales s'appliquent non seulement aux thiamides des acides monobasiques, mais à toutes les thiamides.

En fait de modes de formation des thiamides des acides monobasiques, il nous reste à citer :

L'addition de l'hydrogène sulfuré aux nitriles :

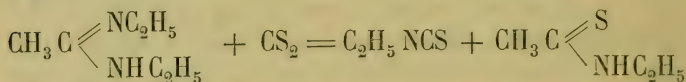


Le remplacement dans les amidines du groupe $=NR$ par S . Il se fait dans certains cas au moyen de l'hydrogène sulfuré, ex. :

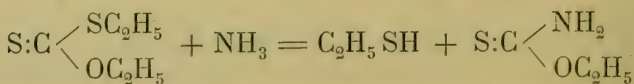


plus généralement au moyen du *sulfure de carbone*.

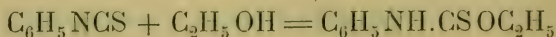
Ex. :



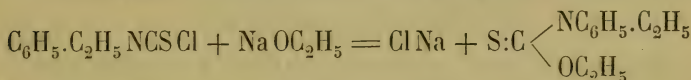
2. *Thiuréthanes*. — Le thiuréthane s'obtient par l'action de l'ammoniaque sur les éthers de l'acide xanthogénique.



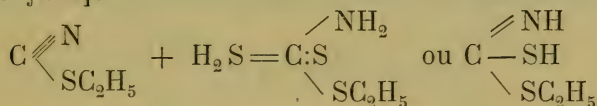
Les thiuréthanes monosubstitués s'obtiennent par addition des alcools aux sénévols :



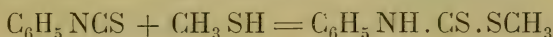
Les thiuréthanes complètement substitués de forme normale s'obtiennent par l'action des chlorures thio-carbamiques bisubstitués sur les alkylates alcalins :



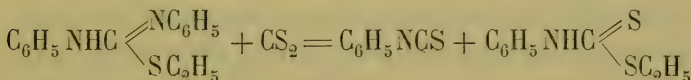
3. *Dithiuréthanes*. — Le dithiuréthane se forme par addition d'hydrogène sulfuré à l'éther de l'acide thiocyanique :



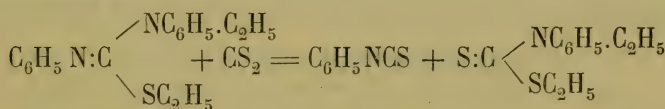
Les dithiuréthanes monosubstitués s'obtiennent par addition des mercaptans aux sénévolts :



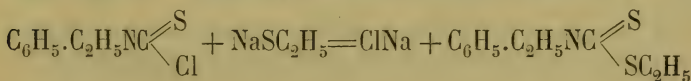
L'éthylisothiocarbanilide, traitée par le sulfure de carbone, donne le phényldithiuréthane.



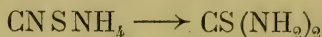
Les dithiuréthanes complètement substitués de forme normale s'obtiennent soit par l'action du sulfure de carbone sur les dérivés alkyliques des isothiurées tertiaires :



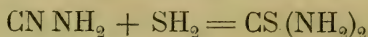
soit en traitant les chlorures thiocarbamiques bisubstitués par un mercaptide alcalin ou un mercaptan :



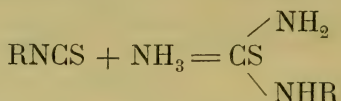
4. *Thiurées*. — La thiurée s'obtient soit par la transformation intramoléculaire du thiocyanate d'ammonium sous l'influence de la chaleur :



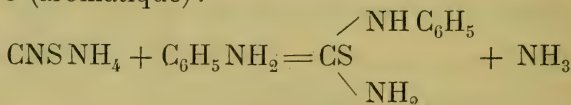
soit par addition d'hydrogène sulfuré à la cyanamide :



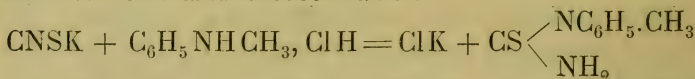
Les thiurées monosubstituées se forment soit par l'action d'un sénévol sur l'ammoniaque :



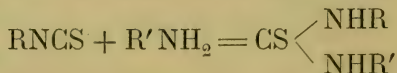
soit par l'action d'un thiocyanate sur une amine primaire (aromatique) :



Les thiurées bisubstituées asymétriques ¹ (aromatiques) se préparent de même par l'action d'un thiocyanate sur une amine secondaire :

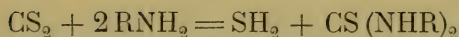


Les thiurées bisubstituées symétriques s'obtiennent soit par l'action d'un sénévol sur une amine primaire,



soit par l'action du sulfure de carbone ou du thiophosgène sur une amine primaire :

¹ On appelle généralement thiurées bisubstituées asymétriques celles où les deux radicaux sont fixés au même atome d'azote, et symétriques celles où ils sont fixés à deux atomes d'azote différents.

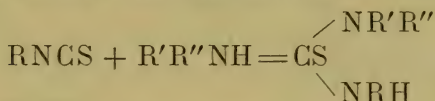


L'action du thiophosgène se fait en deux phases. Dans la première, il se forme du sénévol :

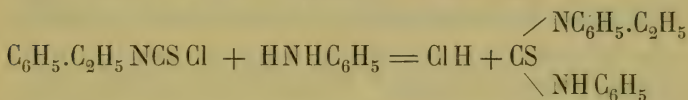


Dans la seconde, le sénévol agit sur une seconde molécule de l'amine pour former la thiurée.

Les thiurées tertiaires se forment par la combinaison d'un sénévol avec une amine secondaire :



ou par l'action des chlorures thiocarbamiques bisubstitués sur les amines primaires. Exemple :

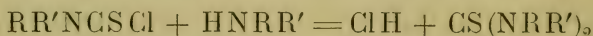


Cette réaction nous conduit, semble-t-il, sûrement à une thiurée de constitution symétrique, tandis que les modes de formation indiqués plus haut semblent devoir produire des corps à constitution asymétrique. L'identité de l'éthylthiocarbanilide résultant de la combinaison du phénylsénévol avec l'éthylaniline et de celle obtenue par l'action du chlorure éthylphénylthiocarbamique sur l'aniline nous montre que ce que nous avons dit plus haut des thiamides non complètement substituées s'applique aussi aux thiurées.

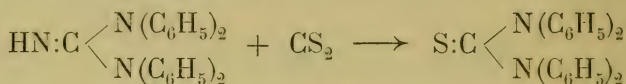
Enfin, les thiurées normales complètement substituées s'obtiennent par l'action du thiophosgène sur les amines secondaires. La réaction se fait en deux phases. Dans la première il se forme un chlorure thiocarbamique bisubstitué :



Dans la seconde, le chlorure thiocarbamique agit sur une seconde molécule d'amine pour former une thiurée tétrasubstituée de constitution normale :



Bernthsen et Friesen ont obtenu la tétraphénylthiurée en faisant agir le sulfure de carbone sur la tétraphénylguanidine (Ber. XV, 1531) :



La thiurée et les thiurées incomplètement substituées se comportent vis-à-vis des halogènes-alkyles comme les thiamides (voir plus haut). Les thiurées tétrasubstituées, les seules de la constitution desquelles nous soyons sûrs, ne peuvent donc pas être obtenues à partir d'autres thiurées. Le corps que Grodzski (Ber. XIV, 2757) a obtenu par l'action de l'iodure d'éthyle sur la triéthylthiurée n'est pas la tétraéthylthiurée, mais

son isomère de la forme $\text{C}_2\text{H}_5\text{N:C} \begin{array}{l} \swarrow \text{SC}_2\text{H}_5 \\ \searrow \text{N}(\text{C}_2\text{H}_5)_2 \end{array}$ (Bernthsen, Ber. XV, 565; Bertram, Ber. XXV, 57).

Les thiamides incomplètement substituées pouvant passer, lors de leur formation, de la constitution asymétrique à la constitution normale ou vice-versa, leurs modes de formation ne nous donnent aucun éclaircissement sur leur constitution. Nous avons vu qu'on peut facilement préparer des thiamides complètement substituées de constitution normale ; mais leur constitution ne prouve rien pour les corps non substitués, puisqu'elles n'ont pas été obtenues à partir de ces derniers. Pour rechercher la constitution des

thiamides, il nous faudra donc étudier leurs réactions. Celles dont l'étude importe dans ce but sont surtout l'action des combinaisons halogénées et la formation de dérivés métalliques. Nous passerons ensuite rapidement en revue les oxydations et désulfurations, les décompositions, les transformations intramoléculaires des thiurées allyliques et enfin les condensations des thiamides. Dans tous ces cas, les thiamides réagissent presque toujours en formant des dérivés de leur forme asymétrique. Nous étudierons plus loin, à part, les cas où elles réagissent ou semblent réagir sous la forme normale.

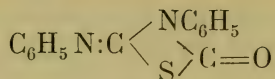
Action des combinaisons halogénées sur les thiamides.

Les thiurées forment facilement des *produits d'addition* avec le chlore, le brome et l'iode (Claus, Ann. 179, 136; Ber. VII, 235). On n'a d'ailleurs pas étudié leur constitution. Rathke (Ber. XVII, 298) a montré que le produit d'addition que forme le chlore sur la thiurée est le chlorhydrate d'une base et doit donc être formulé $\text{CSN}_2\text{H}_3, \text{ClH}$.

Produits de substitution. — Quand un corps halogéné agit sur une thiamide incomplètement substituée, l'action a lieu sur le soufre; il se forme un corps dérivant de la forme asymétrique $\text{RC} \begin{smallmatrix} \nwarrow \text{NH} \\ \swarrow \text{SH} \end{smallmatrix}$ par remplacement de SH par SR'.

Nous passerons rapidement en revue les travaux qui ont établi ce fait intéressant, qui distingue complètement les thiamides des amides.

Le phosgène réagit sur la thiocarbanilide en formant une carbonylthiocarbanilide de la forme



ce qui est prouvé par sa décomposition par la chaleur en carbodiphénylimide et oxysulfure de carbone (Will, Ber. XIV, 1486).

Le thiophosgène forme avec la thiocarbanilide le corps analogue $\text{C}_6\text{H}_5 \text{ N}:\text{C} \begin{array}{l} \text{NC}_6\text{H}_5 \\ \text{S} \end{array} \text{CS}$ (Freund et Wolff, Ber. XXV, 1456).

Nous étudierons plus loin l'action des α -chloraldéhydes et des α -chlorcétones sur les thiamides. Nous décrirons maintenant l'action des chlorures, bromures et iodures alkyls.

a) *Sur les thiamides des acides monobasiques.* Wallach (Ber. XI, 1591) obtint par l'action du bromure d'éthyle et de l'iodure de méthyle sur la thiacétanilide des corps de la forme $\text{CH}_3 \text{C} \begin{array}{l} \text{SR} \\ \text{NC}_6\text{H}_5 \end{array}$. Il en étu-

dia les décompositions en collaboration avec Bleibtreu (Ber. XII, 1061). Les acides dilués transforment ces corps en aniline et éthers de l'acide thiacétique CH_3COSR ; avec l'aniline il se forme un mercaptan et de l'éthényldiphénylamidine. L'alkyle s'est donc fixé sur le soufre. Wallach appelle ces corps méthyl- et éthylisothiactéanilide.

Bernthsen (Ann. 197, 341), étudiant l'action de l'iodure de méthyle et du bromure d'éthyle sur la phénylacétothiamide, obtint les iodhydrates d'éthers très instables dont les produits de décomposition étaient le

cyanure de benzyle et le mercaptan méthylique ou éthylique. Ces corps devaient être dès lors des *imidothiéthers* de la forme $C_6H_5 - CH_2 - C \begin{smallmatrix} \nwarrow NH \\ \searrow SR \end{smallmatrix}$. Le dé-

rivé éthylique se forma en effet par l'action de l'acide chlorhydrique gazeux sur un mélange de cyanure de benzyle et d'éthylmercaptan, méthode par laquelle Pinner et Klein (Ber. XI, 1825) avaient obtenu le premier imidothiéther connu. Par l'action de l'iodure de méthyle et du bromure d'éthyle sur la phénylacétothiamide, l'alkyle s'était donc aussi fixé sur le soufre.

Des recherches ultérieures faites sur la thioformanilide, la thiacéto-*o*-toluide et la thiacéto-*p*-toluide (Ber. XVI, 144), ont donné les mêmes résultats. Les thioxamides donnent aussi avec les iodures alkyliques des dérivés de l'isothioxamide (Ann. 262, 363). La thiacétamide fournit de même des dérivés de forme asymétrique avec le bromure d'éthylène (Ber. XXIV, 788) et avec l'éther bromacétyloacétique (Ann. 261, 34).

b) *Sur les thiuréthanes.* Liebermann¹ a montré qu'en chauffant avec un iodure alkylique soit le dérivé argentique du phénylthiuréthane, soit ce dernier en solution alcaline, il se forme un éther. Les produits de décomposition de l'éther éthylique par l'acide sulfurique dilué sont l'aniline et le thiocarbonate d'éthyle $OC \begin{smallmatrix} \nwarrow OC_2H_5 \\ \searrow SC_2H_5 \end{smallmatrix}$. En le traitant par la potasse, l'aniline ou l'ammoniaque, il se forme du mercaptan.

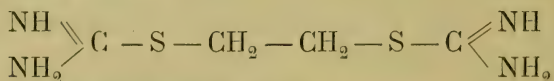
¹ Ueber die Constitution der Sulfhydatoine und der Sulfurethane. (Ann. 207, 121.)

Sa formule est dès lors $C_6H_5N:Cl \begin{cases} SC_2H_5 \\ OC_2H_5 \end{cases}$; là aussi l'iodure alkylique a agi sur le soufre.

c) *Sur les thiurées.* Claus (Ber. VII, 236 et VIII, 41) signala le premier le fait qu'une molécule de bromure ou d'iodure d'éthyle s'unit soit à une, soit à deux molécules de thiurée, et que l'addition a lieu sur le soufre.

Bernthsen et Klinger (Ber. XI, 493) obtinrent par l'action de l'iodure de méthyle sur la thiurée un iodhydrate dont l'oxyde d'argent isola une base, ce qui le distingue de l'iodhydrate de la méthylthiurée, qui est désulfuré dans ces conditions. Ici aussi le groupe CH_3 s'est fixé au soufre, car le même iodhydrate, traité par l'oxyde de mercure, se décompose en cyanamide (ou son polymère) et une combinaison d'iodure de mercure et de sulfure de méthyle. Dans un travail subséquent (Ber. XII, 574), les mêmes chimistes constatèrent le même fait pour le produit de la réaction du chlorure de benzyle sur la thiurée, qui se décompose en benzylmercaptan et en polymère de la cyanamide.

Le bromure d'éthylène se combine avec deux molécules de thiurée pour former le corps de constitution asymétrique



(Andreasch, Ber. XVI, 964). Il réagit de la même manière sur la phénylthiurée (Bertram, Ber. XXV, 58).

Les iodures alkyliques agissent de même sur les thiurées bisubstituées. Avec la thiocarbanilide (Will,

Ber. XIV, 1489; XV, 338; Rathke, Ber. XIX, 1776), l'iodure de méthyle forme l'iodhydrate d'une base de

la constitution $\text{C}_6\text{H}_5\text{N}:\text{C} \begin{cases} \text{NH C}_6\text{H}_5 \\ \text{S CH}_3 \end{cases}$. En effet, elle se

décompose par la chaleur en méthylmercaptan et carbodiphénylimide; par l'action de la potasse, de l'ammoniaque ou de l'acide chlorhydrique concentré, il se forme du mercaptan. L'acide sulfurique forme du

phénylcarbaminthiométhyle $\text{O}:\text{C} \begin{cases} \text{NH C}_6\text{H}_5 \\ \text{S CH}_3 \end{cases}$, le sul-

fure de carbone du phényldithiocarbamate de méthyle

$\text{S}:\text{C} \begin{cases} \text{NH C}_6\text{H}_5 \\ \text{S CH}_3 \end{cases}$. L'action de l'iodure d'éthyle sur la

thiocarbanilide est absolument semblable. Le bromure d'éthylène agit non pas sur deux molécules de thiocarbanilide, comme cela a lieu pour la thiurée et la phénylthiurée, mais sur une molécule, en formant le

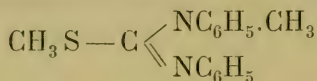
corps $\text{C}_6\text{H}_5\text{N}:\text{C} \begin{cases} \text{NC}_6\text{H}_5 \\ \text{S}-\text{CH}_2-\text{CH}_2 \end{cases}$ (Will, Ber. XIV, 1490).

Les dicrésylthiurées (Will et Bielschowsky, Ber. XV, 1309), la dibenzylthiurée (Reimarus, Ber. XIX, 2348), les dinaphtylthiurées (Evers, Ber. XXI, 962) et la dianisylthiurée (Fœrster, Ber. XXI, 1860) réagissent avec les halogènes-alkyles absolument comme la thiocarbanilide.

Le même fait a été constaté par Werner (Chem. Soc. 1890, I, 283-304) pour l'action du chlorure de benzyle et du bromure d'allyle sur la thiurée, la monophénylthiurée et la diphenylthiurée.

Il en est de même pour les thiurées trisubstituées. Nous avons vu que Grodzski a obtenu, par l'action de

l'iodure d'éthyle sur la triéthylthiurée, la tétraéthylisothiurée $C_2H_5 N : C \begin{cases} N (C_2H_5)_2 \\ SC_2H_5 \end{cases}$ (Ber. XXV, 57). Bertram (ibid.) a obtenu, par l'action de l'iodure de méthyle sur la méthylthiocarbanilide, le corps



Combinaisons métalliques des thiamides.

Les thiamides incomplètement substituées ont le caractère de faibles acides et sont solubles dans les alcalis, tandis que les thiamides complètement substituées y sont insolubles.

Exemples: La thioformanilide et la thiacétanilide sont solubles dans les alcalis et précipitées de leur solution par les acides. Par contre, la méthylthiacétanilide et la méthylisothiaccétanilide y sont insolubles.

Cette règle s'applique aussi aux thiuréthanes, dithiuréthanes et thiurées. Le phénylthiuréthane est soluble dans les alcalis et précipité de sa solution par les acides. L'éthylidithiuréthane a une réaction acide et est soluble même dans l'hydrate de baryum. Le tolyldithiocarbamate de méthyle est soluble, mais pas

le phényldithiocarbamate d'éthylène $C_6H_5 NC \begin{cases} S \\ S \end{cases} \begin{matrix} \diagup \\ \diagdown \end{matrix} \begin{matrix} CH_2 \\ -CH_2 \end{matrix}$

Il en est de même pour les combinaisons naphtyliques correspondantes (Evers, Ber. XXI, 966 et 972).

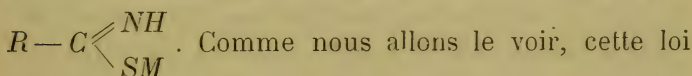
Par contre, les éthers de l'acide phénylcarbaminothionique, comme $C_6H_5 NH \cdot CO \cdot S CH_3$, sont insolubles.

bles dans les alcalis (Will). Ce fait est très intéressant, car si le caractère acide des thiuréthanes était causé par un atome d'hydrogène fixé à l'azote, la même particularité devrait, nous semble-t-il, se retrouver ici.

Rathke (Ber. XIV, 1774) a le premier signalé la solubilité dans les alcalis des thiurées incomplètement substituées. Les thiurées tétrasubstituées y sont par contre insolubles.

On peut isoler le dérivé sodique de la thiacétanilide. Ce dérivé sodique, traité par un iodure alkylique, se transforme dans un éther de l'isothiacétanilide. La conclusion qui s'impose est que le sodium y est fixé sur le soufre. Nous avons vu que le phénylthiuréthane, traité en solution alcaline par un iodure alkylique, fournit un éther où l'alkyle est fixé au soufre. Nous pouvons en tirer la même conclusion. La thiocarbanilide se comporte exactement de la même manière. De ces faits découle la règle suivante :

Les thiamides incomplètement substituées forment avec les métaux alcalins des combinaisons du type



paraît s'appliquer aussi à d'autres métaux.

Les thiamides entrent facilement en combinaison avec des sels ou oxydes métalliques. Ces combinaisons sont regardées, suivant les auteurs et suivant les cas, soit comme de simples produits d'addition, soit comme de véritables sels métalliques. Citons-en quelques cas :

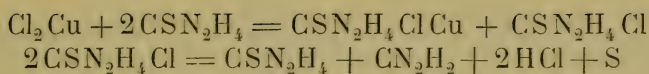
La thiacétamide donne un sel avec le chlorure mercurique. Le thiuréthane, traité par le sulfate de

cuiivre et l'acide chlorhydrique, fournit un corps *incolore* de la forme $\text{C}_3\text{H}_7\text{NSO}$, Cu Cl (Debus, Ann. 82, 262) ou des corps analogues composés d'un reste Cu Cl pour trois ou pour quatre molécules de thiuréthane. Il forme aussi des corps correspondants contenant au lieu de Cu Cl un des restes Cu I , Cu CNS , Pt Cl_3 . Nous retrouverons les mêmes particularités pour la thiurée et les étudierons là en détail.

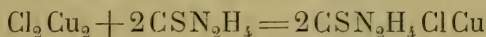
Le phénylthiuréthane fournit des dérivés métalliques. Nous avons vu de quelle façon le dérivé argentin réagit avec les iodures alkyliques. Traité par l'iode, ce même dérivé se transforme en un sulfure de la forme $\begin{matrix} \text{C}_6\text{H}_5\text{N} \\ \text{C}_2\text{H}_5\text{O} \end{matrix} \gg \text{C} - \text{S} - \text{S} - \text{C} \begin{matrix} \nwarrow \text{NC}_6\text{H}_5 \\ \searrow \text{OC}_2\text{H}_5 \end{matrix}$, ce qui prouve que l'argent était fixé sur le soufre (Liebermann).

Reynolds (Ann. 150, 235) signala le premier les combinaisons de la thiurée avec l'azotate d'argent et le chlorure mercurique. Kurnakow (Ber. XXIV, 3956) décrit les premières. Il y en a trois, CSN_2H_4 , AgNO_3 , — $(\text{CSN}_2\text{H}_4)_2\text{AgNO}_3$, — $(\text{CSN}_2\text{H}_4)_3\text{AgNO}_3$. Des combinaisons analogues existent pour les thiurées substituées, par exemple celles de l'allylthiurée avec 2HgCl_2 , ou PtCl_4 , ou AgNO_3 , etc.

Rathke (Ber. XVII, 297) étudia d'une façon approfondie les sels de cuivre de la thiurée. Il constata que par l'action d'un sel cuivrique sur la thiurée il se forme une combinaison incolore de celle-ci avec le sel cuivreux correspondant, et un sel d'une base dont le produit obtenu par Claus (voir plus haut), par addition de chlore à la thiurée, est le chlorhydrate. Par l'ébullition, ce sel se décompose avec séparation de soufre.



En employant les sels cuivreux, les mêmes dérivés se forment sans réaction secondaire :



On peut obtenir soit $\text{CSN}_2\text{H}_4 \text{CuCl}$, soit $(\text{CSN}_2\text{H}_4)_2 \text{CuCl}$, soit $(\text{CSN}_2\text{H}_4)_3 \text{CuCl}$. Il se forme des sels analogues avec le sulfate, l'azotate et le carbonate cuivreux. Dans ces sels, le métal est entré dans la molécule de la thiurée; la formule du premier est $\text{CSN}_2\text{H}_3 \text{Cu}, \text{HCl}$. L'auteur appuie cette thèse sur les faits suivants :

1. On ne connaît ni carbonate, ni azotate cuivreux, et il est difficile d'admettre que ces sels puissent exister là comme tels.

2. Ces sels ont une réaction alcaline.

3. Le cuivre se dissout avec violent dégagement d'hydrogène dans une solution de thiurée additionnée d'acide chlorhydrique, tandis qu'il ne se dissout pas dans l'acide chlorhydrique seul.

4. Tandis qu'une solution de chlorure cuivreux dans l'ammoniaque ou l'acide chlorhydrique absorbe l'oxyde de carbone, sa combinaison avec la thiurée ne le fait pas.

5. Ces combinaisons sont relativement stables vis-à-vis de l'hydrogène sulfuré.

La combinaison avec le chlorure cuivreux, traitée par l'iodure d'éthyle, donne le corps $\text{NH}_2 \cdot \text{C} \begin{smallmatrix} \nearrow \text{NH, HI} \\ \searrow \text{SC}_2\text{H}_5 \end{smallmatrix}$, ce qui prouve que si le métal est entré dans la molécule, il s'est fixé sur le soufre.

Les chlorures d'or et de platine forment avec la thiurée les combinaisons $(\text{CSN}_2\text{H}_4)_2 \text{Au Cl}$ et $(\text{CSN}_2\text{H}_4)_2 \text{Pt H Cl}_3$.

Dans la suite de cette étude, nous nous en tiendrons plus spécialement aux thiurées et ne citerons plus, pour les autres thiamides, que quelques cas prouvant que l'analogie que nous avons constatée dans les réactions ci-dessus entre elles et les thiurées se confirme pour les autres réactions de celles-ci.

Désulfurations et oxydations des thiurées.

Certains oxydes et sels métalliques ont la propriété d'enlever aux combinaisons sulfurées le soufre qu'elles contiennent. Si les thiurées ont une constitution analogue à celle des urées, on doit s'attendre à ce que ce soient celles-ci qui se forment dans ces conditions. Or nous allons voir que ce n'est généralement pas le cas. En traitant la thiurée par l'oxyde de mercure, on obtient de la cyanamide. L'éthylthiurée donne dans ces conditions un polymère de l'éthylcyanamide, la triéthylmélamine; l'allylthiurée, de l'allylcyanamide. La thiocarbanilide, traitée par l'oxyde de mercure en l'absence de l'eau, donne de la carbodiphénylimide. En solution alcoolique, par contre, il se forme de la carbanilide; nous sommes donc autorisés à voir ici une réaction secondaire produite par l'eau et à expliquer de la même manière la formation de l'allylurée et de la diéthylurée par l'action de l'azotate d'argent sur les thiurées correspondantes. Les thiurées bisubstituées aromatiques se comportent toutes comme la thiocarbanilide.

On a cherché à élucider par cette réaction la question de la constitution des thiurées. Liebermann pensait que les sulfhydrates ne peuvent pas être désulfurés, et que si les thiurées le sont, c'est preuve qu'elles contiennent le groupe $C=S$. Bernthsen remarqua plus tard que l'éthylphénylthiuréthane, qui contient sûrement le groupe CS , n'est pas d'abord désulfuré par l'oxyde de mercure (Ber. XV, 569). Il en est de même du diéthylldithiocarbamate de diéthylamine, qui n'est désulfuré ni par l'oxyde de mercure, ni par l'oxyde d'argent (Grodzski, Ber. XIV, 2576). Dixon a constaté récemment (Chem. Soc. 1893, 318 et suiv.) que les thiurées monosubstituées sont facilement désulfurées par l'oxyde de mercure. Parmi les disubstituées, quelques aliphatiques seulement le sont. Les trisubstituées ne le sont pas ou le sont très difficilement. Quant à la tétraphénylthiurée, elle ne peut pas être désulfurée par cet agent. L'auteur en tire la conclusion diamétralement opposée à celle de Liebermann, à savoir que celles qui peuvent être désulfurées contiennent le groupe SH , les autres le groupe CS . Il nous semble que cette conclusion ne se justifie nullement, car aucune autre raison n'existe de penser que dans les classes des thiurées bi- ou trisubstituées il existe des différences de constitution. Dixon a montré lui-même (Chem. Soc. 63, 325) que les thiurées monoalkyliques sont désulfurées par une solution alcaline d'hydrate de plomb, mais que ni les dialkyl- (sym.) ni les trialkyliques ne le sont. Toutes par contre sont désulfurées par une solution ammoniacale d'azotate d'argent. Une même thiurée peut donc être désulfurée par un agent et pas par un autre. Nous en concluons que la désulfuration ne peut pas

être admise comme critère de la constitution; le complexe C.SH peut aussi bien que C:S être désulfuré ou non, suivant les cas.

Il nous reste à citer quelques cas d'oxydations des thiurées, intéressants pour leur constitution.

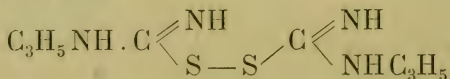
Tandis qu'en solution neutre le permanganate de potassium transforme la thiurée en urée, le même corps employé en solution acide produit un sulfure

de la forme
$$\begin{array}{c} \text{NH} \\ \diagup \\ \text{NH}_2 \end{array} \text{C} - \text{S} - \text{S} - \text{C} \begin{array}{c} \diagdown \\ \text{NH} \\ \text{NH}_2 \end{array} \quad (\text{Maly, Mon. f. Ch. XI, 277}).$$

L'eau oxygénée agit sur deux molécules de phénylthiurée en formant, avec élimination de $4\text{H}_2\text{O} + \text{S}$, le corps $\text{C}_6\text{H}_5\text{N} - \text{C}(\text{NH}) - \text{NC}_6\text{H}_5$ (Hector, Ber. XXV, [799 Ref.])

$$\begin{array}{c} | \\ \text{S} - \text{C}(\text{NH}) \end{array}$$

L'allylthiurée donne dans les mêmes conditions un sulfure de la forme



(Voir aussi Storch, Ber. XXIV, 71 Ref.) Dans ces trois cas ces thiurées ont donc réagi sous leur forme asymétrique.

Nous pouvons citer comme analogie le produit d'oxydation du phénylthiuréthane par une solution alcaline de ferricyanure de potassium; c'est le sulfure $\text{C}_6\text{H}_5\text{N} \begin{array}{c} \diagup \\ \diagdown \end{array} \text{C} - \text{S} - \text{S} - \text{C} \begin{array}{c} \diagdown \text{NC}_6\text{H}_5 \\ \diagup \text{OC}_2\text{H}_5 \end{array}$, que Liebermann avait obtenu par l'action de l'iode sur le dérivé argentinque du phénylthiuréthane.

Décompositions.

Nous avons vu de quelle utilité sont, pour fixer la constitution des thiamides, les décompositions de leurs dérivés de substitution. Celles des thiamides elles-mêmes peuvent rarement nous fournir dans ce but des renseignements. La cause en est sans doute la grande mobilité des atomes d'hydrogène libres. Liebermann fait remarquer à ce sujet que le thiuréthane le plus simple, la xanthogénamide $\text{NH}_2\text{CS}.\text{OC}_2\text{H}_5$, peut se décomposer suivant les circonstances dans deux sens différents. En la chauffant seule, elle se décompose en mercaptan et acide cyanurique; si on la chauffe avec un alcali, il se forme un thiocyanate métallique et de l'alcool. (Debus, Ann. 72, 1; 75, 149).

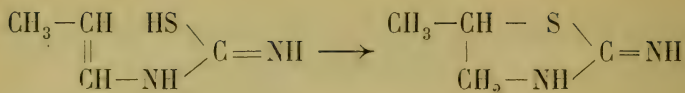
La décomposition des thiohydantoïnes, par laquelle il se produit toujours de l'acide thioglycolique, a été pour Lièbermann la preuve que la formule de

la thiohydantoïne est non pas $\text{S}=\text{C} \begin{cases} \text{NH}-\text{CH}_2 \\ \text{NH}-\text{CO} \end{cases}$,
mais $\text{NH}=\text{C} \begin{cases} \text{S}-\text{CH}_2 \\ \text{NH}-\text{CO} \end{cases}$. La synthèse de la thiohy-

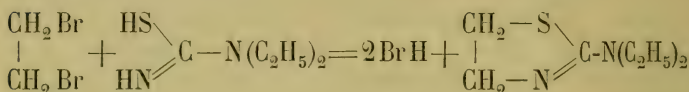
dantoïne, à partir de la cyanamide et de l'acide thioglycolique, confirma cette manière de voir.

Transformation intramoléculaire des thiurées allyliques.

Les thiurées mono-, di- et trisubstituées qui contiennent un radical allyle se transforment, sous l'influence de l'acide chlorhydrique fumant, en *propylène-pseudothiurées* ou *pseudothiosinamines*, se déduisant de la forme asymétrique. Exemple :

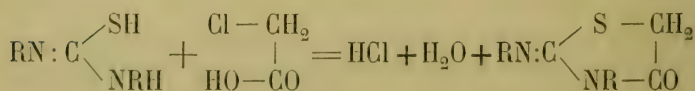
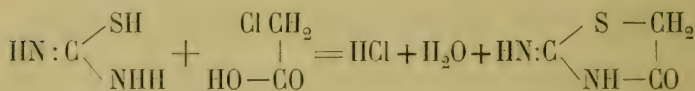


Un corps analogue se forme, d'après Noah (Ber. XXIII, 2198), par l'action du bromure d'éthylène sur la diéthylthiurée asymétrique :

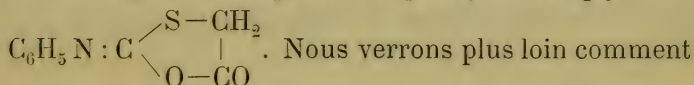


Condensations.

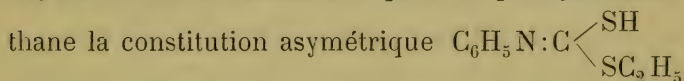
a) *Action de l'acide monochloracétique sur les thiurées.* L'acide chloracétique et la chloracétamide se condensent avec la thiurée pour former la thiohydantoïne. Les thiurées primaires et secondaires forment de même avec l'acide chloracétique des thiohydantoïnes mono- et bisubstituées. (Ann. 186, 383; 168, 133.) Liebermann a fourni la preuve (voir plus haut) de la constitution asymétrique des thiohydantoïnes. Il s'ensuit que les thiurées donnent des dérivés se déduisant de leur forme asymétrique.



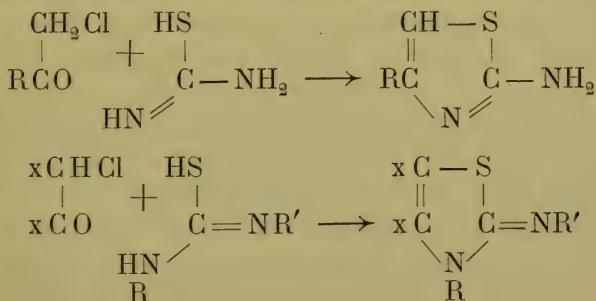
Par l'action de l'acide chloracétique sur le phényldithiuréthane, Evers (Ber. XXI, 975) a obtenu, avec formation de mercaptan, du phénylsénévolglycolide



Evers explique cette réaction; quant à nous, nous y voyons un motif d'admettre pour le phényldithiuré-

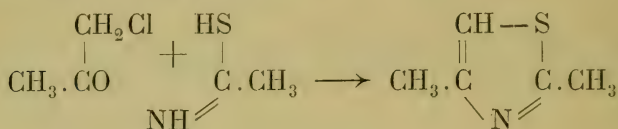


b) *Action des α -chloraldéhydes et des α -chlorcétones sur les thiamides.* Pawlewski (Ber. XXI, 401) croyait avoir obtenu, par l'action de la monochloracétone sur la thiocarbanilide, un dérivé de constitution normale, pour lequel il n'avait d'ailleurs pas fait de recherches de constitution. Peu de temps après, Hantzsch et Trautmann ont démontré que ce fait est inexact. Ils ont établi que les α -chlorcétones et les α -chloraldéhydes réagissent sur la thiurée, les thiurées mono-alkyliques et les thiurées dialkylques symétriques, en formant des *amidothiazols*, d'après le schéma :



Les thiurées donnent encore dans ce cas des dérivés qui se déduisent de leur forme asymétrique.

Les thiamides des acides monobasiques agissent de la même façon sur les α -chloraldéhydes et les α -chlorcétone pour former des thiazols alkylés: par exemple la thiacétamide et la chloracétone donnent un diméthylthiazol (Ann. 250, 262):



La conclusion la plus simple, qui se présente immédiatement à l'esprit par la considération des faits ci-dessus, parce qu'elle les explique le plus naturellement, est que les thiamides ont la constitution asymétrique

R.C $\begin{array}{l} \swarrow \text{NH} \\ \searrow \text{SH} \end{array}$. Liebermann, après avoir prouvé

que les thiohydantoïnes dérivent de cette forme, l'avait aussi admise pour les thiuréthanes, en s'appuyant sur la constitution asymétrique de leurs dérivés métalliques et alkyliques. Par contre, ignorant la solubilité des thiurées dans les alcalis, il conservait pour elles la formule symétrique et pensait même que la faculté d'addition des thiurées pour les halogènes reposait sur la présence du groupe CS. Rathke (Ber. XIV, 1774) démontra l'analogie complète des thiurées avec les thiuréthanes. Comme ceux-ci, les thiurées sont solubles dans les alcalis; comme eux, traitées en solution alcaline par un iodure alkylique, elles donnent naissance à un dérivé de constitution asymétrique. Les conclusions de Liebermann sur la constitution des thiuréthanes s'appliquent donc aussi

à celle des thiurées¹. Les travaux ultérieurs de Rathke sur les sels cuivreux de la thiurée confirmèrent sa manière de voir. Or les thiamides des acides monobasiques présentent exactement les mêmes réactions; les sels cuivreux de la thiacétamide en particulier sont absolument analogues à ceux de la thiurée.

Les trois classes de thiamides se comportent donc dans leurs réactions d'une manière uniforme; leur constitution est évidemment la même. La conclusion la plus naturelle des travaux que nous avons examinés est qu'elles sont formées d'après le type asymétrique

$R.C \begin{matrix} \swarrow SH \\ \searrow NH \end{matrix}$, et seules de sérieuses objections

pourraient nous empêcher de nous prononcer pour cette constitution.

Nous exposerons dans la suite de cette étude les faits que l'on peut mettre en avant en faveur de la constitution symétrique des thiamides et discuterons leur valeur. Voyons premièrement comment ses partisans expliquent les cas que nous avons passés en revue. Faute de pouvoir opposer des faits sérieux à la formule asymétrique, ils se sont généralement contentés de chercher à prouver que son adoption est

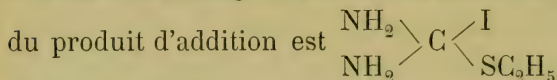
¹ Rathke cite encore en faveur de leur constitution asymétrique l'argument suivant: En chauffant la thiocarbanilide avec une solution acide ou ammoniacale d'azotate d'argent, on obtient du sulfure d'argent, tandis que l'éthylisothiocarbanilide donne dans les mêmes conditions un précipité blanc qui ne se transforme pas en sulfure. La thiocarbanilide doit former d'abord un produit intermédiaire

$C_6H_5N:C \begin{matrix} \swarrow SAg \\ \searrow NH C_6H_5 \end{matrix}$, qui se décompose ensuite avec formation de sulfure d'argent. Pour l'éthylisothiocarbanilide, ce fait ne peut plus se produire, le soufre étant uni à un alkyle. Drechsel (Journ. f. pr. Ch. 11, 299) explique de la même façon l'action des oxydes d'argent et de mercure sur la thiurée et en tire les mêmes conclusions.

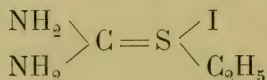
superflue et que tous ces cas peuvent aussi s'expliquer par la formule symétrique.

A la suite des premiers travaux qu'il fit sur cette question, Claus, ne mettant pas en doute la constitution normale de la thiurée, admit la possibilité de deux explications pour le produit d'addition qu'elle forme avec l'iodure d'éthyle (Ber. VIII, 44):

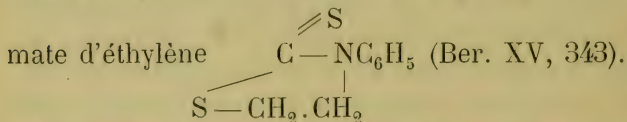
Ou bien la liaison double du soufre au carbone se transforme en une liaison simple; l'alkyle se fixe sur le soufre et l'halogène sur le carbone, et la formule



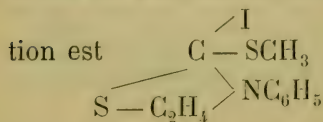
Ou bien le soufre devenu tétratomique porte les deux radicaux, et le corps en question est



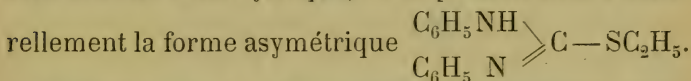
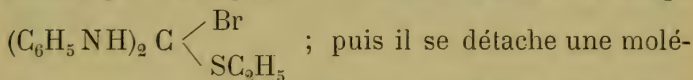
Cette manière de voir fut adoptée par Bernthsen et par Will. Celui-ci avait préparé le premier dithiuréthane complètement substitué, le phényldithiocarbamate d'éthylène



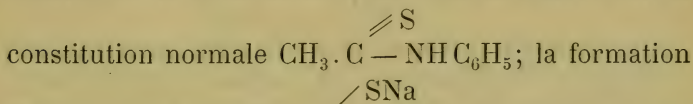
Ce corps ne peut pas contenir de groupe SH. Néanmoins, il peut s'unir à l'iodure de méthyle, et là aussi l'addition se fait sur le soufre. Will adopte pour ce cas la première des deux formules de Claus; il pense que la liaison double du soufre au carbone se transforme en une liaison simple, et que le produit d'addition est



Il en conclut par analogie qu'il n'est pas nécessaire d'admettre pour les thiurées la formule asymétrique, mais que les choses s'y passent de la même façon. Dans l'action du bromure d'éthyle sur la thiocarbanilide, par exemple, il se forme d'abord le corps

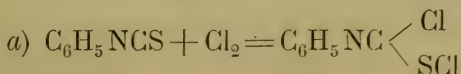


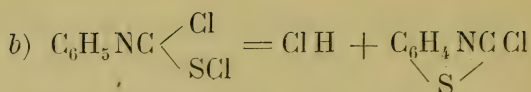
Wallach (Ber. XI, 1592) admit la possibilité d'une explication semblable pour la formation du dérivé sodique de la thiacétanilide. Celle-ci a, d'après lui, la



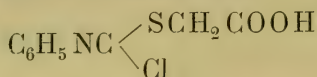
s'expliquerait par transformation de la liaison double $\text{C}=\text{S}$ en liaison simple et fixation du sodium sur le soufre. Il serait possible aussi que, dans les combinaisons métalliques des thiamides, le métal fût fixé sur l'atome d'azote; ce n'est qu'en le remplaçant par un alkyle que la transformation se produirait.

Cette transformation de liaison double en liaison simple n'est d'ailleurs pas un fait nouveau. Liebermann, qui l'admet pour les réactions des thiurées, cite comme exemple l'action du pentachlorure de phosphore sur le phénylsénévol, qui, d'après Hoffmann (Ber. XIII, 21) se passe en deux phases :





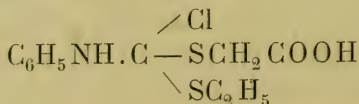
Liebermann décrit et explique de la même façon (Ann. 207, 137) l'action de l'acide monochloracétique sur le phénylsénévol, par laquelle on obtient du phénylsénévolglycolide. Il pense qu'il se forme d'abord le produit d'addition intermédiaire



qui se condense avec dégagement d'acide chlorhydrique en



Le phénylsénévolglycolide se forme aussi par l'action de l'acide chloracétique sur le phényldithiuréthane. Evers (Ber. XXI, 976) voit dans cette réaction un fait analogue et l'explique par la formation passagère d'un produit d'addition intermédiaire

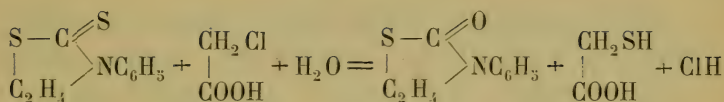


qui se condenserait ensuite en

$$\text{C}_6\text{H}_5\text{N:C} \begin{array}{l} \diagup \text{S} - \text{CH}_2 \\ \diagdown \text{O} - \text{CO} \end{array}$$

avec élimination d'acide chlorhydrique et de mercaptan. Nous avons dit plus haut que cette réaction est pour nous un motif de plus d'admettre la constitution asymétrique des thiamides.

Evers admet aussi la formation passagère d'un produit d'addition dans la réaction suivante de l'acide chloracétique sur le phényldithiocarbamate d'éthylène :



Dans aucun de ces cas un produit d'addition n'a été isolé et étudié, de sorte que nous sommes ici sur un terrain fort hypothétique.

Pour appuyer la théorie de Claus et Will, Bernthsen et Fries (Ber. XV, 570) prouvèrent que les thiamides normales complètement substituées, qui contiennent sûrement le groupe CS, peuvent fournir des produits d'addition, comme Will l'avait d'ailleurs déjà établi. Ils préparèrent pour cela l'éthylphényldithiuréthane $\text{S}:\text{C} \begin{array}{l} \nearrow \text{NC}_6\text{H}_5 \cdot \text{C}_2\text{H}_5 \\ \searrow \text{SC}_2\text{H}_5 \end{array}$; ils n'obtinrent pas de pro-

duit d'addition de ce corps avec l'iodure d'éthyle, mais bien un avec l'iodure de méthyle, en chauffant le mélange à 140-150°. Bernthsen n'hésita pas à en conclure que les thiurées, qui fournissent les mêmes produits d'addition, ont la même constitution normale.

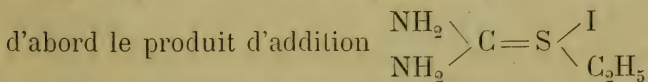
Rathke et Gebhardt ont déjà montré que cette conclusion ne se justifie absolument pas. Des dérivés substitués peuvent, dans certains cas, former des produits d'addition; ils se forment ici non sans difficulté. Voilà tout ce que Bernthsen a établi. Il n'est nullement permis d'en conclure que les dérivés non ou incomplètement substitués, qui fournissent ces produits toujours très facilement, ont la même constitution que les premiers. La constitution des combinaisons substituées, nous l'avons vu, ne prouve rien pour les corps non substitués.

Goldschmidt (Ber. XXIII, 253) ne doute pas de la constitution symétrique des thiamides. Si leurs réactions conduisent apparemment à un autre résultat, cela prouve seulement que ces réactions ne peuvent pas être employées pour fixer leur constitution. Les thiamides subissent sous l'influence des réactifs une transformation intramoléculaire, et cette transformation est causée par les ions libres dans la solution du réactif. Une solution de soude caustique, par exemple, étant, d'après les théories nouvelles, composée d'ions libres Na et OH, l'ion Na se portera sur le soufre, pour lequel il a plus d'affinité. Il en sera de même de l'ion Ag dans l'action de l'azotate d'argent. Il faut donc, pour fixer la constitution d'un corps, n'employer ni solutions d'électrolytes, ni eau, ni alcool, ni anhydride acétique, ni rien qui puisse donner naissance à de l'acide chlorhydrique, car celui-ci peut causer une transformation intramoléculaire. Un réactif remplissant ces conditions est l'isocyanate de phényle. Il réagit sur le mercaptan en formant avec lui le corps $C_6H_5NH.CO.SC_2H_5$. Or il ne réagit pas sur la thiocarbanilide, ce qui est pour l'auteur une preuve suffisante de l'absence du groupe SH dans celle-ci. En chauffant un mélange d'isocyanate de phényle et de thiocarbanilide, celle-ci se décompose en phénylsénévol et en aniline, et cette dernière forme avec l'isocyanate de la carbanilide, de sorte que l'on obtient finalement un mélange de phénylsénévol et de carbanilide. L'auteur admet donc lui-même que la carbanilide ne s'est formée que grâce à une réaction secondaire, ce qui ne l'empêche pas de conclure que la transformation de la thiocarbanilide en carbanilide

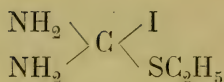
démontre l'analogie complète de constitution de ces deux corps.

Sans vouloir entrer ici dans le raisonnement de Goldschmidt, nous remarquerons que ces considérations n'expliquent pas, dans ce cas particulier, la différence qui se manifeste entre les thiamides et les amides. L'oxygène étant plus négatif que le soufre, les ions métalliques et les alkyles devraient à plus forte raison produire aussi dans les amides cette transformation intramoléculaire. Or il n'en est rien; ils se fixent sur l'azote. Cela suffit pour montrer l'insuffisance de l'explication de Goldschmidt. Quant au fait de la non-action de l'isocyanate de phényle sur la thiocarbanilide, des recherches faites par M. A. Berthoud dans notre laboratoire, et qui seront publiées plus tard, nous permettent d'affirmer qu'il est inexact. Les deux corps ci-dessus peuvent, au contraire, former le produit d'addition voulu.

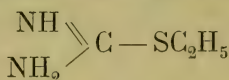
Dans un travail paru l'année dernière (Journ. f. prakt. Ch. 47, 153), Claus expose sa théorie définitive sur les réactions des thiamides avec les combinaisons halogénées. Les deux formules entre lesquelles il hésitait il y a vingt ans (voir plus haut) sont justes toutes deux; elles passent successivement l'une dans l'autre. Par l'action de l'iodure d'éthyle sur la thiurée, pour prendre le cas le plus simple, il se forme



A ce type se rattachent les corps qui sont transformés en bases par l'oxyde d'argent. Ce produit d'addition se transforme ensuite dans son isomère



Après cela seulement a lieu l'élimination d'acide iodhydrique et la formation du produit définitif



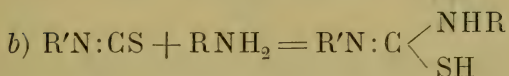
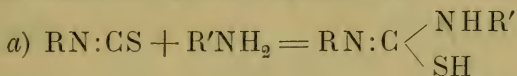
L'auteur trouve plus simple d'expliquer les faits ainsi que par l'hypothèse de la tautomérie. Il remarque que les condensations signalées par Hantzsch dans ses travaux sur les thiazols se font aussi avec des combinaisons halogénées et peuvent dès lors s'expliquer de la même façon.

Claus ne parle ni des combinaisons métalliques, ni des cas d'oxydation où les thiamides réagissent sous leur forme asymétrique. Nous ne doutons pas que là aussi il trouverait sans peine une explication et poserait les formules des produits d'addition. Toutes les théories peuvent se défendre, tant qu'on ne se croit pas obligé de fournir des faits pour les appuyer.

Nous ne voulons cependant pas prétendre qu'il n'y ait pas de faits à opposer à la constitution asymétrique des thiamides ou à mettre en avant pour appuyer la formule symétrique. Il y en a, au contraire, et quelques-uns ont de la valeur. Nous allons énumérer et discuter ceux dont nous avons connaissance.

L'objection principale à la formule asymétrique, bien plus, la seule qui ait été sérieusement mise en avant par ses adversaires, est *l'identité des thiurées secondaires obtenues par l'action d'un sénévol RNCS sur une amine R'NH₂ avec celles obtenues à partir de R'NCS + RNH₂.*

En effet, si les thiurées ont la constitution asymétrique, les formations de ces thiurées secondaires seront exprimées par les équations suivantes :

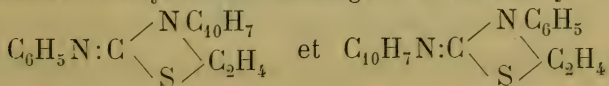


Les thiurées produites par ces deux réactions doivent donc être différentes; or en réalité elles sont identiques. Weith (Ber. VIII, 1524) a démontré le premier que l'éthylsénévol et l'aniline produisent la même thiurée que le phénylsénévol et l'éthylamine.

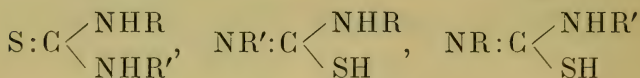
Ce fait a été constaté souvent depuis, par Fœrster (Ber. XXI, 1868) pour la phénylanisylthiurée, par Hecht (Ber. XXIII, 288), qui, décrivant une série de nouvelles thiurées, annonce en avoir préparé six en intervertissant le sénévol et l'amine et avoir toujours constaté l'identité des corps obtenus des deux façons. J'ai vérifié moi-même ce fait pour la phényl-*p*-crésylthiurée. On en a toujours tiré la conclusion que ces thiurées ont la forme symétrique $\text{S:C} \begin{matrix} \text{NHR} \\ \text{NHR'} \end{matrix}$. A notre

avis, cette conclusion n'est pas forcée.

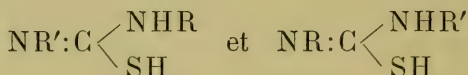
Fœrster (loc. cit.), étudiant l'action des halogènes-alkyles sur les thiurées secondaires mixtes, a constaté que la phénylnaphtylthiurée donne avec l'iodure de méthyle le corps $\text{C}_{10}\text{H}_7\text{N:C} \begin{matrix} \text{NHC}_6\text{H}_5 \\ \text{SCH}_3 \end{matrix}$, et avec le bromure d'éthylène un mélange des deux corps



Adoptant l'hypothèse de la tautomérie, Fœrster en conclut que dans la solution d'une thiurée secondaire mixte il y a des équilibres de trois sortes :

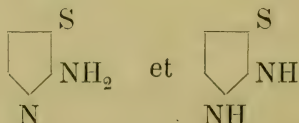


La conclusion de Fœrster ne se déduit pas forcément des faits observés. Ceux-ci prouvent seulement que dans les solutions de ces thiurées il y a des équilibres de deux sortes :

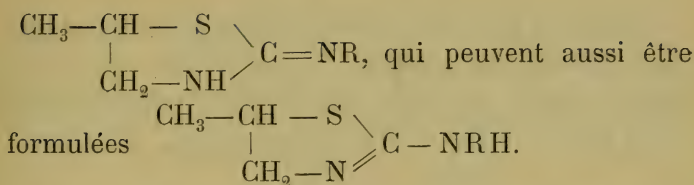


Autrement dit, ils prouvent la *tautomérie des deux formes asymétriques* possibles pour les thiurées bi-substituées, mais *nullement la présence de la forme symétrique*. La tautomérie se justifie en effet pleinement ici par la mobilité de l'atome d'hydrogène fixé sur l'azote. Des deux formes possibles, l'une seule existera à l'état solide, et c'est cette dernière que l'on obtiendra toujours.

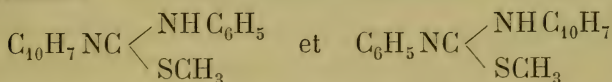
En remplaçant par un radical quelconque l'hydrogène lié au soufre dans la formule asymétrique, la tautomérie doit se conserver. Hantzsch et Trautmann (Ann. 249, 53) ont constaté la tautomérie des amido-thiazols



On doit l'admettre aussi pour les propylène- ϕ -thiurées



Ainsi s'explique tout naturellement la diff\u00e9rence observ\u00e9e par F\u00f6rster entre l'action de l'iodure de m\u00e9thyle et celle du bromure d'\u00e9thyl\u00e8ne sur la ph\u00e9nylnaphtylthiur\u00e9e. Dans le premier cas, il ne se forme qu'un produit, car les deux corps qui doivent prendre naissance



sont identiques, et la seconde de ces formules peut tout aussi bien repr\u00e9senter ce corps que la premi\u00e8re, que F\u00f6rster croit avoir \u00e9tablie seule. En faisant agir par contre le bromure d'\u00e9thyl\u00e8ne sur la thiur\u00e9e en question, les deux produits qui prennent naissance sont naturellement diff\u00e9rents et correspondent aux deux formes asym\u00e9triques tautom\u00e9riques de cette thiur\u00e9e.

En traitant par l'acide sulfurique le produit de l'action de l'iodure de m\u00e9thyle sur la ph\u00e9nylthiur\u00e9e, Bertram (Ber. XXV, 53) a obtenu de l'ammoniaque et du ph\u00e9nylthiocarbamate de m\u00e9thyle $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}\cdot\text{CO}\cdot\text{SCH}_3$. Il en conclut que la constitution de ce corps est non pas $\text{C}_6\text{H}_5\text{N}:\text{C} \begin{array}{l} \diagup \\ \diagdown \end{array} \begin{array}{l} \text{NH}_2 \\ \text{SCH}_3 \end{array}$, mais $\text{NH}:\text{C} \begin{array}{l} \diagup \\ \diagdown \end{array} \begin{array}{l} \text{NHC}_6\text{H}_5 \\ \text{SCH}_3 \end{array}$. Pour nous, cela montre simplement que le groupe NH est plus mobile que le groupe NC_6H_5 , ce qui est tout naturel.

En faisant agir sur ce dérivé une nouvelle molécule d'iodure de méthyle, le groupe CH_3 se fixe à l'atome d'azote qui porte déjà C_6H_5 , et l'on obtient le corps $\text{NH}:\text{C} \begin{cases} \text{NC}_6\text{H}_5.\text{CH}_3 \\ \text{SCH}_3 \end{cases}$ (ce qui ressort de la for-

mation de $\text{CO} \begin{cases} \text{NC}_6\text{H}_5.\text{CH}_3 \\ \text{SCH}_3 \end{cases}$ avec l'acide sulfurique). Ici,

il ne reste qu'un atome d'hydrogène libre, et la constitution de ce corps est certaine. Cela prouve que des

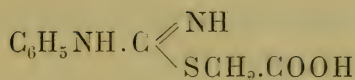
deux formes desmotropiques $\text{C}_6\text{H}_5\text{N}:\text{C} \begin{cases} \text{NH}_2 \\ \text{SCH}_3 \end{cases}$ et $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}.\text{C} \begin{cases} \text{NH} \\ \text{SCH}_3 \end{cases}$, c'est la seconde qui réagit dans ce cas.

J'ai commencé un travail ayant pour but de fournir la preuve expérimentale de l'identité d'un corps de forme $\text{RNC} \begin{cases} \text{NHR}' \\ \text{Sx} \end{cases}$ avec son isomère $\text{R}'\text{NC} \begin{cases} \text{NHR} \\ \text{Sx} \end{cases}$

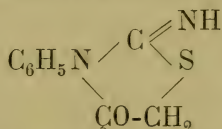
Des difficultés pratiques assez considérables m'ont forcé de l'interrompre provisoirement, mais j'espère pouvoir le mener à bien dans la suite.

Un seul fait, s'il est exact, s'opposerait à l'adoption de la tautomérie pour ces dérivés. En traitant l'acide rhodanacétique par l'aniline, Jäger (Journ. f. prakt. Ch. 16, 17) a obtenu un acide phénylthiohydantoïque qu'il formule $\text{C}_6\text{H}_5\text{N}:\text{C} \begin{cases} \text{NH}_2 \\ \text{SCH}_2.\text{COOH} \end{cases}$. Meyer (Ber. XIV,

1660) a aussi préparé un acide phénylthiohydantoïque par l'action de l'acide chloracétique sur la phénylthiurée. La formule qu'il lui donne,



est prouvée par le fait que ce corps se condense facilement en phénylthiohydantoïne



Les conditions de solubilité indiquées pour ces deux corps sont les mêmes; le second se décompose par la chaleur sans fondre, tandis que pour le premier il est indiqué un point de fusion peu net. Les mêmes réactions n'ont d'ailleurs pas été faites avec les deux corps et leur non-identité demande à être prouvée.

Action de certains chlorures sur des thiurées primaires ou secondaires avec fixation de radicaux négatifs sur l'azote.

Nous avons vu que les combinaisons halogénées réagissent avec les thiurées en se fixant sur l'atome de soufre de celles-ci. Or il y a quelques exceptions à cette règle; certains chlorures agissent sur les thiurées en se fixant sur leur atome d'azote. Ces faits n'ont jamais été constatés pour les thiurées tertiaires; dès lors ils ne prouvent dans aucun cas l'absence du groupe SH. Ce ne sont que des chlorures de radicaux négatifs; il est fort naturel qu'un radical négatif remplace un atome d'hydrogène d'un complexe relativement positif, comme NHR ou NH₂, quand il a le choix entre celui-ci et le complexe négatif SH. Ces cas sont d'ailleurs très rares et quelques-uns dou-

teux. Nous allons énumérer ceux que nous avons trouvés dans la bibliographie.

a) *Action du chlorure d'éthoxalyle* $\text{COCl.COO C}_2\text{H}_5$ *sur la thiocarbanilide et la phénylthiurée* (Stojentin, Journ. prakt. Ch. 32, 2 et 16). En chauffant la thiocarbanilide avec le chlorure d'éthoxalyle on obtient un corps de la composition $\text{C}_{21}\text{H}_{17}\text{N}_3\text{S}_2\text{O}$, que Stojentin appelle thiocarbanilidothiooxanilide, et qu'il

formule
$$\begin{array}{c} \text{CO} - \text{NC}_6\text{H}_5 - \text{CS} \cdot \text{NH C}_6\text{H}_5 \\ | \\ \text{CS} - \text{NH C}_6\text{H}_5 \end{array}$$
. Il prouve cette constitution par les réactions suivantes :

En chauffant ce corps en solution alcoolique avec de l'azotate d'argent, il se forme de l'acide diphenylparabanique

$$\begin{array}{c} \text{NC}_6\text{H}_5 - \text{CO} \\ \diagup \text{CO} \quad | \\ \diagdown \text{NC}_6\text{H}_5 - \text{CO} \end{array}$$
. En solution dans l'aniline,

il donne par l'azotate d'argent de l'oxalyltriphenylguanidine

$$\begin{array}{c} \text{CO} - \text{NC}_6\text{H}_5 \\ | \quad \diagdown \\ \text{CO} - \text{NC}_6\text{H}_5 \quad \diagup \text{NC}_6\text{H}_5 \end{array}$$
.

Sans vouloir discuter cette constitution, qui ne me paraît nullement prouvée, et sans rechercher s'il ne peut pas s'être passé ici une transformation intramoléculaire, je remarquerai simplement que ces décompositions s'expliquent tout aussi bien en admettant la

constitution
$$\begin{array}{c} \text{CO} - \text{NC}_6\text{H}_5 - \text{C}(\text{SH})\text{NC}_6\text{H}_5 \\ | \\ \text{C}(\text{SH})\text{NC}_6\text{H}_5 \end{array}$$

Par l'action du chlorure d'éthoxalyle sur la phénylthiurée à chaud, Stojentin a obtenu l'oxalyl-diphenyl-

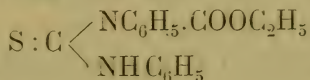
dithiobiuret, qu'il formule
$$\begin{array}{c} \text{CO} - \text{NC}_6\text{H}_5 - \text{CS} \\ | \quad \diagdown \\ \text{CO} - \text{NC}_6\text{H}_5 - \text{CS} \quad \diagup \text{NH} \end{array}$$

et qui serait le seul dithiobiuret normal tétrasubstitué connu. L'auteur n'a fait pour ce corps aucune recherche de constitution, et d'ailleurs, la réaction s'étant faite à chaud, une transformation intramoléculaire analogue à celle des biurets qui font l'objet de ce travail est toujours possible.

b) *Action du chlorure carbonylsulfamylique sur la phénylthiurée et la thiocarbanilide.* (Schöne, Journ. prakt. Ch. 32, 256 et 258). Le chlorure carbonylsulfamylique $C_5H_{11}S.CO.Cl$ agit sur la phénylthiurée en donnant naissance à un corps que l'auteur formule $C_6H_5NH.CS.NH.CO.C_5H_{11}$, mais pour lequel il ne cite aucune recherche de constitution.

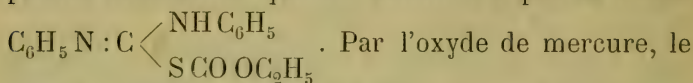
Le même chlorure se combine facilement à la thiocarbanilide. Le produit obtenu est assez instable et se décompose facilement avec dégagement d'amymercaptan. Le chlorure d'acétyle et le chlorure de benzoyle n'agissent pas sur lui. Dissous dans l'ammoniaque alcoolique et traité par l'oxyde de mercure, il se transforme en diphénylguanidine; nous ne pouvons voir dans ce fait une preuve de sa constitution normale.

c) *Action de l'éther chlorocarbonique sur la thiocarbanilide et la phénylthiurée* (Seidel, Journ. prakt. Ch. 32, 261). En chauffant au bain-marie un mélange de thiocarbanilide et d'éther chlorocarbonique, on obtient un corps que l'auteur formule

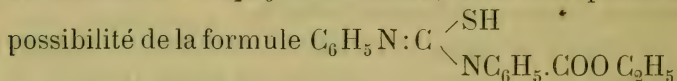


Les alcalis le transforment en thiocarbanilide. Avec l'ammoniaque à 100° il se forme non un monothio-biuret, comme on pourrait s'y attendre, mais de la

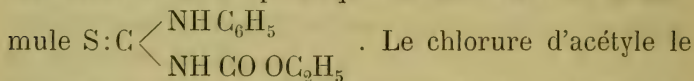
phénylthiurée et du phényluréthane. Avec l'aniline on obtient de la thiocarbanilide. L'acide chlorhydrique le décompose en acide carbonique, chlorure d'éthyle et thiocarbanilide. L'auteur voit dans ces réactions la preuve concluante que ce dérivé n'a pas la forme



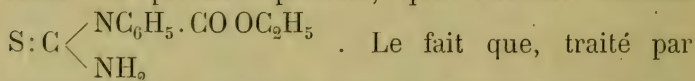
soufre y est remplacé par de l'oxygène, et en traitant ce corps oxygéné par l'hydrogène sulfuré on obtient de nouveau la combinaison sulfurée primitive. Ce fait nous donne à penser qu'en effet le soufre n'y est pas lié au radical $\text{CO OC}_2\text{H}_5$. Par contre, rien n'empêche la



La phénylthiurée donne dans les mêmes conditions naissance à un corps auquel Seidel attribue la for-



transforme en acétylphénylthiurée. Celle-ci, traitée de nouveau par l'éther chlorocarbonique, forme un isomère du premier produit, que l'auteur formule

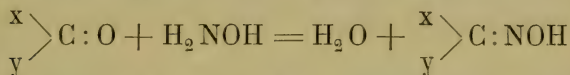


l'ammoniaque, ce dernier corps forme de la phénylthiurée, est pour lui la preuve de sa constitution normale. Nous ne voyons pas en quoi cette réaction prouve sa manière de voir.

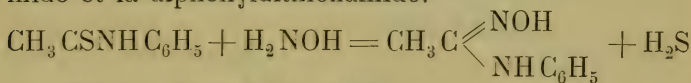
Il nous reste à citer comme arguments pour la constitution symétrique des thiamides certaines réactions de l'hydroxylamine, de l'acide azoteux et du cyanogène.

Action de l'hydroxylamine sur les thiamides.

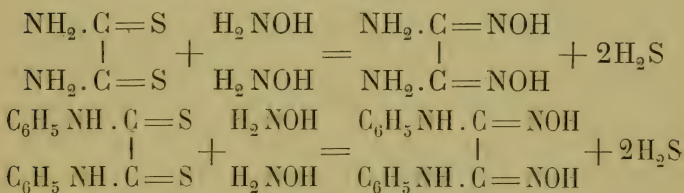
On sait que les aldéhydes et les cétones donnent avec l'hydroxylamine naissance à des oximes :



Or j'ai trouvé dans la bibliographie trois cas où l'on a fait réagir de l'hydroxylamine avec des thiamides, et où il s'est formé un oxime et de l'hydrogène sulfuré. Ce fait s'est produit pour la thiacétanilide, la dithioamide et la diphenyldithioamide.



(Müller, Ber. XXII, 2408.)

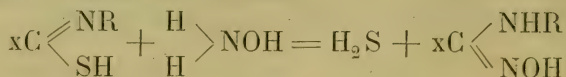


(Ephraïm, Ber. XXII, 2306.)

Ces auteurs n'en ont d'ailleurs pas tiré de conclusion pour la constitution des thiamides.

Nous n'avons trouvé aucune mention de l'action de l'hydroxylamine sur des thiamides normales complètement substituées. Dès lors rien ne nous assure que la réaction de l'hydroxylamine soit un signe de la présence du complexe CS, comme c'est le cas pour le complexe CO. L'action de l'hydroxylamine sur les thiamides, et particulièrement sur les thiamides complètement substituées, a besoin d'être étudiée plus à fond; peut-être aura-t-elle une grande importance

pour la question qui nous occupe. En attendant, on peut toujours admettre que cette réaction peut s'être produite suivant le schéma

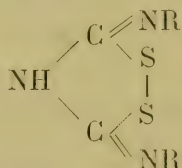


Action de l'acide azoteux sur la méthyl- et l'allylthiurée.

(Hector, Journ. f. prakt. Ch. 44, 506.) L'acide azoteux agit sur la méthylthiurée comme oxydant. On obtient par son action un corps nommé par Hector diméthyldithiotétrahydrotriazol et auquel il donne la

formule $\text{NH} \begin{array}{l} \diagup \text{CS} - \text{NCH}_3 \\ \diagdown \text{CS} - \text{NCH}_3 \end{array}$. L'allylthiurée se comporte de la même façon.

Etant donné tous les cas d'oxydations des thiurées et des autres thiamides où elles réagissent sous leur forme asymétrique en formant des disulfures, nous nous demandons si les corps en question ne doivent pas peut-être être formulés comme suit :

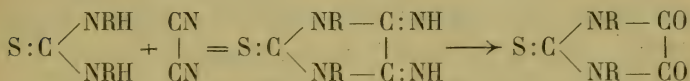


l'auteur ne donnant aucune preuve à l'appui de la formule qu'il a établie.

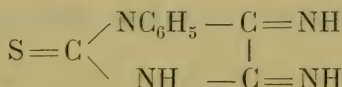
Action du cyanogène sur les thiurées mono- et bisubstituées.

(Maly, Zeitschr. f. Ch. 1869, 261; Andreasch, Monatsch. 2, 277; Ber. XIV, 1447; Hector, Privatmittheilung in Beilsteins Handbuch, 3^{te} Aufl. II, 449.)

Le cyanogène agit sur les thiurées mono- et bisubstituées en formant avec elles des produits d'addition qui, traités à chaud par les acides dilués, se transforment dans les acides thioparabaniques correspondants :



Cette réaction est employée à la préparation des acides thioparabaniques ; dans quelques cas seulement on a isolé le produit d'addition intermédiaire. Hector, dans une communication particulière faite à Beilstein, spécifie que le cyanogène réagit sur la phénylthiurée à froid et qu'il faut ensuite le faire bouillir en solution alcoolique pour avoir le corps

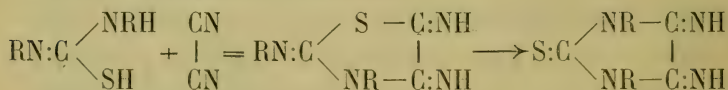


La constitution normale des acides thioparabaniques est prouvée par les faits suivants :

L'azotate d'argent les transforme nettement dans les acides parabaniques correspondants. En traitant un acide thioparabanique par un alcali, on obtient de l'acide oxalique et la thiurée correspondante. En faisant bouillir l'acide diméthylthioparabanique avec de l'eau et du carbonate de baryum, il se forme, avec dégagement d'acide carbonique et d'hydrogène sulfuré, de la diméthylloxamide.

Nous ne pouvons donc pas douter de la constitution normale des acides thioparabaniques. Par conséquent les produits d'addition que forme le cyanogène avec les thiurées se déduisent aussi de la forme

symétrique de celles-ci. A première vue, il paraît impossible d'expliquer leur formation à partir de la forme asymétrique des thiurées. Cependant, en présence des remarquables transformations intramoléculaires que nous avons constatées dans nos pseudo-dithiobiurets et dont il sera question plus loin, il est permis de se demander si la formation du produit d'addition, qui s'accomplit à *chaud*, n'est pas causée, ici aussi, par transformation intramoléculaire d'un corps de constitution asymétrique primitivement formé, selon l'équation suivante :



Hypothèse de la tautomérie des thiamides.

L'hypothèse la plus généralement admise actuellement sur la constitution des thiamides est celle de la tautomérie de ces combinaisons. L'hypothèse de la tautomérie a été émise, comme on le sait, pour expliquer le fait, souvent constaté, que deux formules de structure différentes se justifient suivant les cas pour exprimer une seule et même combinaison. Ces deux formules diffèrent toujours entre elles par la place qu'y occupe un atome d'hydrogène. Laar (Ber. XVIII, 648 et XIX, 730) a donné le premier une forme scientifique à cette hypothèse, en admettant que cet atome d'hydrogène, très mobile, oscille continuellement entre deux positions limites, qui sont celles où il est indiqué comme fixé dans les deux formules dites tautomériques. Beyer explique la tautomérie, qu'il appelle aussi desmotropie, un peu différemment; Hantzsch,

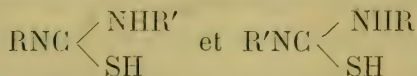
entre autres, adopte sa manière de voir. D'après eux, les corps en question existent à l'état solide sous une seule forme définie; en solution, par contre, un certain nombre de molécules se transforment en molécules de l'autre forme. Des deux formes dites desmotropiques, l'une seulement est donc stable à l'état solide, tandis que l'autre, instable, ne peut exister qu'en solution et n'est connue que dans ses dérivés alkyliques. Les deux formes pouvant passer l'une dans l'autre en solution, il s'y produira un état d'équilibre où les transformations dans les deux sens se compenseront réciproquement. Un réactif qui interviendra s'attaquera à celle des deux formes qui convient à sa nature et l'éliminera au fur et à mesure de sa formation; celle-ci continuera jusqu'à ce que tout y ait passé, de sorte que l'effet final sera le même que si cette forme seule avait été présente.

Førster (Ber. XXI, 1857) a surtout défendu cette théorie pour la thiurée. Hantzsch l'admet pour les thiurées et les thiamides. Il fait remarquer à ce propos (Ann. 250,262) qu'on connaît deux modifications de la thiurée, avec deux points de fusion différents, 172° et 149° — ce dernier est celui de la thiurée une fois fondue, puis resolidifiée — (Prätorius, Journ. prakt. Ch. 21,141), et que de même Jacobsen (Ber. XXI, 2627) trouva deux modifications différentes pour la β -thiacétonaphtalide.

Les thiamides à l'état solide auraient donc la forme normale, mais en solution un certain nombre de molécules prendraient la forme asymétrique, et celles-là seules réagissant, le produit final serait le même que si les thiamides avaient déjà, à l'état solide, la constitution asymétrique.

Nous ne nions nullement la possibilité de transformations intramoléculaires dans les solutions des thiamides. Nous avons, au contraire, exposé, au commencement de cette étude, que des transformations pareilles doivent nécessairement être admises lors de leurs formations, puisque les mêmes thiamides incomplètement substituées se produisent soit par les modes de formation qui devraient conduire à un corps de forme symétrique, soit par ceux qui devraient conduire à un corps de forme asymétrique. Nous sommes persuadé qu'un corps à l'état solide doit avoir une constitution chimique définie. Mais pourquoi celle-ci serait-elle la constitution normale et non la constitution asymétrique?

L'adoption de l'hypothèse de la tautomérie entre la forme normale et la forme asymétrique entraîne nécessairement, selon nous, l'adoption de la tautomérie pour les différentes formes asymétriques possibles pour un même corps. Par contre, la constatation de la tautomérie entre les deux formes asymétriques



par exemple, ne prouve nullement la présence de molécules symétriques $\text{S:C} \begin{array}{l} \swarrow \text{NHR} \\ \searrow \text{NHIR}' \end{array}$. La constitution

de ces corps à l'état solide peut tout aussi bien être celle exprimée par une des deux formules asymétriques ci-dessus que celle exprimée par la formule symétrique.

Pourquoi envisage-t-on la forme symétrique comme stable et la forme asymétrique comme instable? Une

raison en est l'analogie apparente entre les thiamides et les amides. Or cette analogie n'existe pas; toutes leurs réactions sont là pour le prouver. Les cas où les thiamides se transforment directement en amides — nous en avons cité plusieurs — sont toujours dus à des réactions secondaires; ils ne prouvent jamais une analogie de constitution entre ces deux classes de corps. En outre, la double liaison du soufre au carbone nous paraît moins stable que celle de l'azote au carbone et n'a pas de ressemblance avec celle de l'oxygène au carbone; qu'on pense seulement à la grande différence de stabilité qui distingue les thioaldéhydes et les thiocétone, à peine connues, des combinaisons oxygénées correspondantes. Si donc il y a tautomérie entre la formule symétrique et la formule asymétrique des thiamides, nous serions disposé à croire que cette dernière sera la forme stable, et que la forme normale sera instable.

Mais cette tautomérie est loin d'être prouvée. L'existence en solution de molécules de thiamides à constitution symétrique n'est pas, à notre avis, constatée actuellement avec assez de certitude pour qu'on soit en droit d'en tirer cette conclusion.

Nous avons énuméré plus haut les cas où les thiamides paraissent réagir sous leur forme symétrique; nous serons obligé de suspendre une conclusion définitive tant que ces cas n'auront pas été examinés de près et avec soin. Mais nous croyons qu'une étude attentive montrera que là, comme dans toutes leurs autres réactions, les thiamides se comportent comme des combinaisons de constitution asymétrique et qu'elles ne réagissent jamais que sous cette forme. La conséquence en serait que l'hypothèse de la tau-

tomérie entre la forme symétrique et la forme asymétrique des thiamides ne s'appuie sur aucun fait et doit par conséquent être abandonnée.

Notre opinion est que les thiamides incomplètement substituées sont des corps de la forme générale

dite asymétrique $R.C \begin{matrix} \swarrow NH \\ \searrow SH \end{matrix}$

Les recherches qui vont être exposées dans ce travail nous fourniront encore de nouveaux arguments en faveur de cette manière de voir.

DE L'ACTION DES

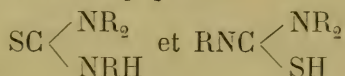
CHLORURES THIOCARBAMIQUES BISUBSTITUES

sur les thiurées tertiaires et sur la thiocarbanilide

Aperçu théorique et historique

Si les thiurées tertiaires ont la constitution symétrique $SC \begin{smallmatrix} \swarrow NR_2 \\ \searrow NRH \end{smallmatrix}$, il est probable qu'en faisant agir sur elles un chlorure d'un radical négatif, ce radical choisira pour s'y fixer la place de l'atome d'hydrogène isolé, évidemment plus positive que celle du soufre.

Si leur solution est composée d'un mélange de deux formes desmotropiques

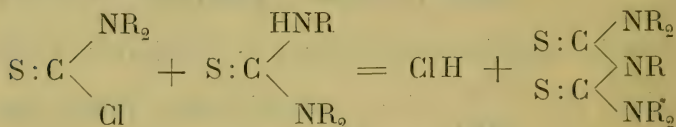


il est probable que ce même chlorure réagira avec celle de ces formes où son radical négatif pourra se fixer à la place la plus positive, c'est-à-dire avec la forme symétrique.

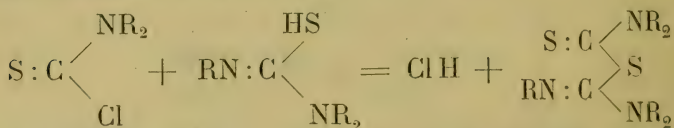
Si un chlorure d'un radical négatif agit sur une thiurée tertiaire de telle façon que ce radical se fixe sur le soufre, ce sera pour la constitution asymétrique des thiurées un argument de beaucoup plus de valeur que les cas où ce sont des radicaux plus ou moins positifs (alkyles ou métaux) qui se comportent ainsi.

C'est pour appliquer ces considérations théoriques que M. le professeur Billeter et M. A. Strohl¹ abordèrent en 1887 l'étude de l'action des chlorures thiocarbamiques bisubstitués sur les thiurées tertiaires.

Les chlorures thiocarbamiques bisubstitués réagissent sur les thiurées tertiaires en donnant naissance à des corps qui ont la composition de dithiobiurets pentasubstitués. Si les thiurées agissent sous la forme symétrique, ces réactions seront exprimées par l'équation générale :



et les produits en seront des *dithiobiurets normaux* pentasubstitués. Si, au contraire, les thiurées agissent sous la forme asymétrique, ces réactions seront exprimées par l'équation générale :

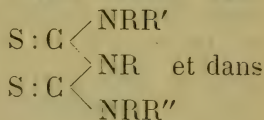


et les produits en seront des isomères des dithiobiurets ci-dessus, que nous appellerons *pseudodithiobiurets* pentasubstitués.

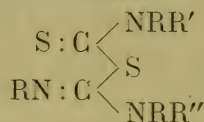
Il était à prévoir que les décompositions de ces corps fourniraient difficilement la preuve de leur constitution. Mais cette preuve était facile à fournir par leur formation même.

¹ A. Strohl. Thèse inaugurale, Neuchâtel 1888. Billeter et Strohl, Ber. XXI, 102.

En faisant agir un chlorure thiocarbamique $S:C \begin{cases} \text{NRR}' \\ \text{Cl} \end{cases}$ sur une thiurée $S:C \begin{cases} \text{NRH} \\ \text{NRR}'' \end{cases}$ on devait obtenir dans le premier cas un dithiobiuret

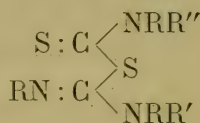


le second un pseudodithiobiuret

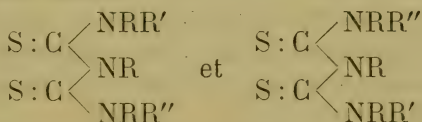


En faisant agir ensuite le chlorure $S:C \begin{cases} \text{NRR}'' \\ \text{Cl} \end{cases}$ sur la thiurée $S:C \begin{cases} \text{NRH} \\ \text{NRR}' \end{cases}$ on devait obtenir dans le premier

cas :

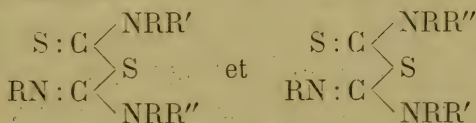
$$\begin{array}{c} S:C \begin{cases} \text{NRR}'' \\ \text{NR} \end{cases} \\ S:C \begin{cases} \text{NR} \\ \text{NRR}' \end{cases} \end{array} \text{ et dans le second:}$$


Si les thiurées agissaient sous la forme symétrique, les produits obtenus



devaient être identiques.

Si elles agissaient sous la forme asymétrique, les produits obtenus



devaient être des isomères différents entre eux. De l'identité ou de la non-identité des biurets obtenus

par croisement du chlorure et de l'urée devait donc se déduire sans autre la forme sous laquelle les thiurées avaient réagi.

M. Strohl prépara ses dithiobiurets en chauffant au bain-marie un mélange de molécules égales du chlorure thiocarbamique, de la thiurée et d'une base tertiaire (diéthylaniline) ajoutée uniquement pour faciliter la réaction en absorbant l'acide chlorhydrique formé. Il obtint par cette méthode les corps suivants :

1. *Diméthyltriphényldithiobiuret* $C_2S_2N_3(C_6H_5)_3(CH_3)_2$, par l'action du chlorure méthylphénylthiocarbamique sur la méthylthiocarbanilide.

2. *Diéthyltriphényldithiobiuret* $C_2S_2N_3(C_6H_5)_3(C_2H_5)_2$, par l'action du chlorure éthylphénylthiocarbamique sur l'éthylthiocarbanilide.

3. *Dipropyltriphényldithiobiuret* $C_2S_2N_3(C_6H_5)_3(C_3H_7)_2$, par l'action du chlorure propylphénylthiocarbamique sur la propylthiocarbanilide.

4. *Méthyléthyltriphényldithiobiuret* $C_2S_2N_3(C_6H_5)_3CH_3.C_2H_5$. Ce corps fut préparé, conformément à ce que nous avons exposé plus haut, de deux manières différentes :

a) Par l'action du chlorure méthylphénylthiocarbamique sur l'éthylthiocarbanilide. Comme point de fusion, M. Strohl trouva $157^{\circ},5$.

b) Par l'action du chlorure éthylphénylthiocarbamique sur la méthylthiocarbanilide. M. Strohl obtint ainsi un corps en tout pareil au premier, sauf en ce qui concerne son point de fusion, pour lequel il trouva $156^{\circ},5$.

5. *Méthylpropyltriphényldithiobiuret* $C_2S_2N_3(C_6H_5)_3$
($CH_3 \cdot C_3H_7$). Il fut préparé :

a) Par l'action du chlorure méthylphénylthiocarbamique sur la propylthiocarbanilide. Point de fusion : 110° .

b) Par l'action du chlorure propylphénylthiocarbamique sur la méthylthiocarbanilide. Point de fusion : 111° ; à part cela, pareil au premier.

6. *Ethylpropyltriphényldithiobiuret* $C_2S_2N_3(C_6H_5)_3$
($C_2H_5 \cdot C_3H_7$). Il fut préparé :

a) Par l'action du chlorure éthylphénylthiocarbamique sur la propylthiocarbanilide. Point de fusion : $165^\circ,8$.

b) Par l'action du chlorure propylphénylthiocarbamique sur l'éthylthiocarbanilide. Point de fusion : 165° ; à part cela, pareil au premier.

Les biurets 4, 5 et 6 existaient donc chacun sous deux formes distinctes. La différence était bien faible, elle consistait seulement en un écart dans le point de fusion qui ne dépassait dans aucun cas 1° ; mais comme cet écart restait constant, malgré nombre de recristallisations, il était légitime de conclure à la constitution asymétrique des biurets pentasubstitués. Il s'ensuivait que les thiurées tertiaires devaient avoir réagi sous leur forme asymétrique. Toutefois, un doute pouvant légitimement subsister, eu égard au très petit écart des points de fusion observés, il était nécessaire de trouver des produits présentant une différence plus accentuée. Il fallait pour cela remplacer en tout ou en partie les groupes de phényle par des alkyles aliphatiques. Ce travail fut entrepris par M. J. Gamet, assistant au laboratoire de

Neuchâtel, qu'une mort prématurée enleva au début de ses recherches. Il fut continué par M. H. de Pury. Un résumé de ses travaux, fait par M. le professeur Billeter, a déjà paru¹. M. de Pury ne comptant pas les publier *in extenso*, m'a autorisé à en faire un bref exposé et m'a fourni pour mes recherches de nombreux renseignements, comme on le verra dans la suite. Je lui en exprime ici toute ma reconnaissance.

M. Gamet et M. de Pury préparèrent plusieurs chlorures dithiocarbamiques et thiurées à radicaux aliphatiques. Mais les méthodes qu'avait employées M. Strohl se trouvèrent tout à fait impropres à la préparation de dithiobiurets à partir de ces nouveaux corps. M. de Pury n'y réussit qu'en évitant une élévation notable de température. Il se forma, par union directe des ingrédients à 50-60°, des chlorhydrates qui, décomposés par la potasse en solution alcoolique, fournirent les dithiobiurets cherchés; ceux-ci furent recristallisés dans l'alcool bouillant. Or, contrairement à ce qu'on devait attendre, M. de Pury obtint trois couples, non de biurets isomères, mais de corps identiques deux à deux. Les trois biurets obtenus par lui sont:

1. *Diméthyléthylldiphényldithiobiuret* $C_2S_2N_3(C_6H_5)_2$
 $(CH_3)_2C_2H_5$; obtenu:

a) par l'action du chlorure diméthylthiocarbamique sur l'éthylthiocarbanilide;

b) par l'action du chlorure éthylphénylthiocarbamique sur la diméthylphénylthiurée.

¹ Bulletin de la Soc. des sc. nat. de Neuch., XXI, 153. — Ber. XXVI, 1685.

2. *Diméthylpropylphényldithiobiuret* $C_2S_2N_3 \cdot C_6H_5$
 $(CH_3)_2(C_3H_7)_2$, obtenu :

a) par l'action du chlorure diméthylthiocarbamique sur la propylphénylthiurée;

b) par l'action du chlorure propylthiocarbamique sur la diméthylphénylthiurée.

3. *Diméthylphényldiéthylthiobiuret* $C_2S_2N_3(C_2H_5)_2$
 $(CH_3)_2C_6H_5$, obtenu :

a) par l'action du chlorure diméthylthiocarbamique sur la phényldiéthylthiurée;

b) par l'action du chlorure éthylphénylthiocarbamique sur la diméthyléthylthiurée.

Les biurets obtenus par croisement des chlorures thiocarbamiques et des thiurées étaient donc dans ce cas, non pas différents, mais identiques deux à deux; ces biurets avaient donc la constitution normale. Il s'ensuivait que les thiurées avaient agi dans ce cas sous leur forme symétrique.

Or, une telle différence entre les modes d'action des thiurées, dans les cas étudiés par Strohl et dans ceux observés par Pury, ne pouvait s'expliquer que par la différence des conditions dans lesquelles ils avaient opéré. M. Billeter fut donc amené à reprendre l'étude des réactions décrites par Strohl en en changeant les conditions, c'est-à-dire en évitant toute élévation de température.

Un mélange de chlorure éthylphénylthiocarbamique et de propylthiocarbanilide, dissous dans le moins de chloroforme possible, fut abandonné deux ou trois jours à lui-même, à la température ordinaire. Il se forma un chlorhydrate; la potasse en solution alcoolique en isola une base, qui avait la composition d'un

dithiobiuret. Ce corps était tout à fait différent du produit obtenu par Strohl à partir des mêmes ingrédients, mais se transformait quantitativement dans celui-ci si on le chauffait au-dessus de son point de fusion.

Le corps obtenu dans les mêmes conditions à partir du chlorure propylphénylthiocarbamique et de l'éthylthiocarbanilide était différent du premier. Il différait aussi de celui obtenu par Strohl à partir des mêmes ingrédients, mais se transformait aussi quantitativement dans celui-ci, quand on le chauffait au-dessus de son point de fusion.

Les deux produits obtenus à froid sont donc différents entre eux et différents aussi de ceux obtenus à chaud, dans lesquels ils se transforment par la chaleur.

C'était évidemment à ces nouveaux corps instables, dont la différence était nettement accentuée, qu'il fallait attribuer la formule asymétrique. Mais alors l'explication donnée pour la différence des produits de Strohl tombait; ils devaient avoir la forme symétrique et être, par conséquent, identiques deux à deux. Une nouvelle comparaison des deux produits de transformation mentionnés ci-dessus montra, en effet, que ces deux corps sont identiques et ont exactement le même point de fusion.

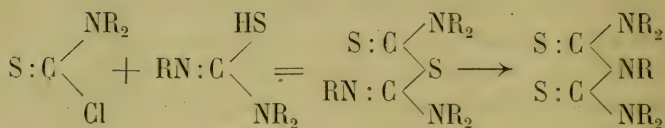
M. Billeter nomma *pseudodithiobiurets* les biurets à constitution asymétrique qui s'étaient formés à froid. Les dithiobiurets de Strohl sont donc les produits d'une transformation intramoléculaire des pseudodithiobiurets formés primitivement. Il était à prévoir qu'il en serait de même pour ceux de Pury.

En effet, en traitant de la manière indiquée ci-dessus un mélange de chlorure diméthylthiocarbamique et d'éthylthiocarbanilide d'une part, de chlorure éthylphénylthiocarbamique et de diméthylphénylthiurée d'autre part, M. Billeter obtint de même deux pseudodithiobiurets différents, qui se transformaient facilement par la chaleur dans le diméthyléthyl-diphényldithiobiuret normal décrit par Pury.

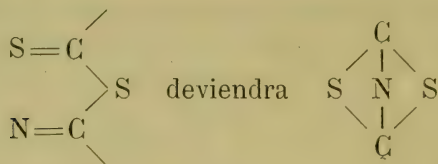
Ces faits une fois acquis, il s'agissait de prouver, par un matériel expérimental plus considérable, que cette formation intermédiaire des pseudodithiobiurets et leur transformation en dithiobiurets normaux est une règle générale. Les biurets normaux, préparés par MM. Strohl et de Pury, étant déjà en assez grand nombre, il s'agissait de préparer tous les pseudodithiobiurets qui leur correspondent, de fixer leur formule de constitution, d'étudier leur transformation. Il fallait ensuite identifier leurs produits de transformation et spécialement constater l'identité de deux à deux des dithiobiurets de Strohl, que M. Billeter n'avait encore établie que pour un des cas. C'est ce qui a fait l'objet de la partie expérimentale de ce travail.

Les résultats que nous avons obtenus sont en accord complet avec ceux qui sont mentionnés ci-dessus. Nous les résumerons comme suit :

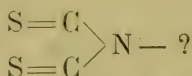
Les thiurées tertiaires réagissent sous leur forme asymétrique avec les chlorures thiocarbamiques bisubstitués, en formant des pseudodithiobiurets pentasubstitués. Ceux-ci se transforment avec une grande facilité dans les dithiobiurets pentasubstitués de constitution normale.



Pour expliquer le mécanisme de cette transformation intramoléculaire, M. Billeter pense que les deux liaisons doubles que présente la molécule se transforment en quatre liaisons simples :



Ce dernier complexe représente-t-il le groupement définitif des atomes de soufre dans les dithiobiurets normaux, ou n'est-il que l'image d'une phase intermédiaire, qui se change en définitive en



C'est une question qui doit actuellement rester indécise.

Quels nouveaux éléments les réactions des chlorures thiocarbamiques apportent-ils à la question de la constitution des thiurées ?

L'hypothèse de Claus peut expliquer ces réactions comme celles des autres combinaisons halogénées. Pourtant, quand il y a un atome d'hydrogène fixé sur l'azote, il est plus difficile d'admettre une addition sur le soufre en double liaison pour des chlorures de

radicaux négatifs que pour des halogènes-alkyles. En effet, la place de cet atome d'hydrogène est relativement positive, et les chlorures thiocarbamiques agissent très facilement sur les amines primaires et secondaires. Mais si nous avons ici affaire à une addition sur le groupe CS, celle-ci doit pouvoir s'effectuer aussi soit sur un sénévol, soit sur une thiurée quaternaire. Or, tandis que les chlorures thiocarbamiques s'additionnent facilement à froid aux thiurées tertiaires, tous les efforts qu'ont tentés M. Billeter et M. A. Berthoud pour obtenir une addition de ces corps avec le phénylsénévol ou une thiurée quaternaire ont été vains.

Si les chlorures thiocarbamiques réagissent sur les thiurées tertiaires et non sur les quaternaires, la cause doit en être l'atome d'hydrogène dont on cherche à fixer la position. Or, s'il est lié à l'azote, on ne comprend pas l'influence qu'il pourrait exercer sur la marche de la réaction. Si, au contraire, il est lié au soufre, les thiurées sont entrées en réaction sous leur forme asymétrique. Elles ont donné naissance à des produits instables se transformant très facilement en des combinaisons stables, et celles-ci sont précisément celles qui auraient dû résulter directement si les thiurées avaient agi sous leur forme symétrique.

Ce mode d'action s'explique naturellement par l'hypothèse de la constitution asymétrique des thiurées. Il semble en outre, au premier abord, ne pas s'expliquer par celle de la tautomérisation de ces combinaisons. En effet, si les deux espèces de molécules de thiurée étaient en présence, comment admettre que les chlorures thiocarbamiques, qui agissent pourtant facilement sur les amines secondaires, n'attaqueraient

que les molécules asymétriques pour former des produits instables, tandis qu'en agissant sur des molécules symétriques, ils auraient donné directement naissance à des produits stables? Il semble, au contraire, qu'à choix ces chlorures devraient attaquer plutôt les molécules contenant le groupe NH que celles qui contiennent le groupe SH.

Si cette manière de voir est juste, ces chlorures, mis en présence d'une thiurée contenant à la fois les groupes NH et SH, devraient s'attaquer au premier et former, non des pseudodithiobiurets, mais des biurets normaux. Les thiurées secondaires remplissent ces conditions: quelle que soit leur constitution, elles contiennent en tous cas un atome d'hydrogène fixé sur l'azote. C'est pourquoi nous avons encore étudié l'action du chlorure éthylphénylthiocarbamique sur la thiocarbanilide, nous attendant à obtenir un dithiobiuret normal tétrasubstitué. Notre attente a été trompée: il s'est formé un pseudodithiobiuret; ici aussi le radical du chlorure s'est fixé sur le soufre, comme nous l'ont montré les décompositions de ce produit. Nous n'avons pas pu obtenir le dithiobiuret normal correspondant, car par la chaleur le pseudodithiobiuret se décompose au lieu de se transformer dans son isomère. Nous ne pouvons donc pas prétendre que ces réactions des thiurées ne puissent pas s'expliquer par l'hypothèse de leur tautomérie.

En résumé, quoique nous ne puissions pas actuellement envisager la question de la constitution des thiurées comme définitivement résolue, les réactions que nous avons étudiées nous paraissent être un argument des plus importants en faveur de leur constitution asymétrique. Quant à l'hypothèse de la tau-

tomérie de ces combinaisons, nous ne pouvons la réfuter absolument, mais nous croyons qu'il n'existe aucun motif sérieux pour l'admettre.

Dithiobiurets.

Avant d'aborder la description des dithiobiurets que nous avons préparés, nous croyons devoir, pour être complet, passer rapidement en revue les représentants actuellement connus de cette classe de combinaisons.

Outre l'oxalyldiphényldithiobiuret de Stojentin, dont nous avons parlé plus haut, et les dithiobiurets de Strohl et de Pury, sur lesquels nous aurons l'occasion de revenir, la bibliographie du sujet indique les suivants :

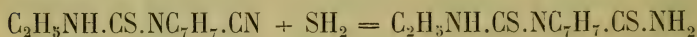
Le phényldithiobiuret, obtenu par Glutz (Ann. 154, 44) en chauffant l'aniline avec l'acide persulfocyanique.

Le *p*-tolylldithiobiuret, obtenu par la même méthode, à partir de la *p*-toluidine, par Tursini (Ber. XVII, 584). Ce corps est soluble dans les alcalis et précipité de sa solution par les acides; avec l'iodure de méthyle et l'iodure d'éthyle, il forme le méthyltolylldithiobiuret et l'éthyltolylldithiobiuret; le radical alkylique se fixe dans cette réaction sur le soufre, ce qui ressort de la formation de mercaptan comme produit de décomposition par la chaleur.

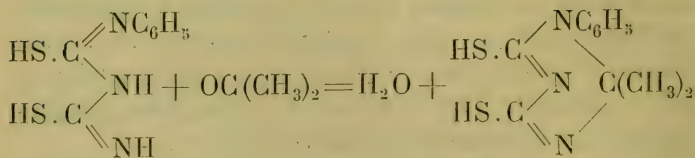
Wunderlich (Ber. XIX, 452) indiqua une meilleure méthode de préparation du phényldithiobiuret. Par l'action du phénylsénévol sur le dérivé sodique de la cyanamide, on obtient de la phénylthiocarbaminocyanamide; en faisant bouillir ce corps avec du sulfure

d'ammonium il se forme un phényldithiobiuret, identique à celui de Glutz.

$C_6H_5NH.CS.NH.CN + SH_2 = C_6H_5NH.CS.NH.CS.NH_2$
Hecht (Ber. XXV, 749) obtint par la même méthode le méthyldithiobiuret, l'éthyldithiobiuret, le propyldithiobiuret, et l'allyldithiobiuret. Il prépara en outre un dithiobiuret bisubstitué, l' α -éthyl- μ -benzyldithiobiuret, par la réaction suivante :



Fromm (Ber. XXV, 1277) a étudié la constitution du phényldithiobiuret. Ce corps est soluble dans les alcalis et précipité de sa solution par les acides. En le traitant par l'acétone et l'acide chlorhydrique gazeux, Fromm obtient un produit de condensation ou « kéturet », à la formation duquel le soufre n'a pas pris part; en effet, quand on y introduit deux restes benzyle, ils se fixent cette fois aux atomes de soufre non occupés par la première réaction, car le produit obtenu, traité par les alcalis, fournit du benzylmercaptan; Fromm en conclut que le phényldithiobiuret possède deux groupes SH et réagit de la façon suivante :

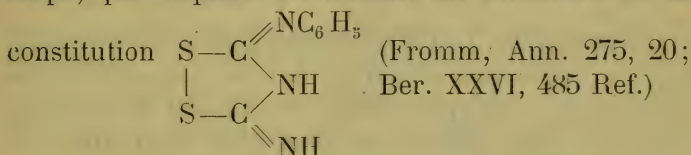


ou plus probablement $\text{HS} \cdot \text{C} \begin{array}{l} \nearrow \text{NC}_6\text{H}_5 \\ \searrow \text{N} \end{array}$



L'action du chlorure de benzyle remplace dans ce dernier corps les deux groupes SH par deux SC_7H_7 . L'acide chlorhydrique décompose le produit obtenu en aniline, ammoniacque, acétone et l'éther $\text{NH}(\text{COSC}_7\text{H}_7)_2$.

La présence du groupe SH dans le phényldithiobiuret est d'ailleurs confirmée par l'oxydation de ce corps, par laquelle on obtient un « thiuret » de la

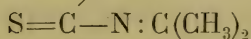
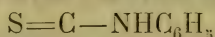


Claus, dans le récent article que nous avons cité plus haut (Journ. prakt. Ch. 47, 153), attaque les conclusions de Fromm. Pour lui, le phényldithiobiuret a la constitution normale $\text{S}=\text{C}-\text{NHC}_6\text{H}_5$



$\text{S}=\text{C}-\text{NH}_2$; son produit

de condensation avec l'acétone doit avoir la formule



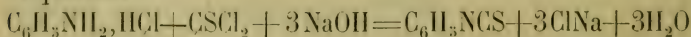
Conformément à sa théorie, que nous avons exposée plus haut, Claus pense que le chlorure de benzyle s'additionne sur le soufre, pour donner ensuite naissance, avec élimination d'acide chlorhydrique, au produit benzylique contenant deux groupes SC_7H_7 . La formation du thiuret par oxydation nous semble un argument de grande valeur pour la manière de voir de Fromm. Par contre, dans ces cas comme dans les autres, Claus ne cite aucun fait à l'appui de sa théorie.

PARTIE EXPÉRIMENTALE

Substances employées à la préparation des dithiobiurets

Thiophosgène. Le thiophosgène dont je me suis servi a été préparé par réduction du perchlorméthylmercaptan par le chlorure stanneux, d'après la méthode suivie par MM. Billeter et Strohl (Ber. XXI, 102).

Il pourra être utile de faire remarquer que, lors de la chloruration du sulfure de carbone, il se forme directement une quantité notable de thiophosgène, qui ne peut pas être complètement séparé du tétrachlorure de carbone par distillation fractionnée. Ce mélange de thiophosgène et de tétrachlorure peut d'ailleurs être employé tel quel à la préparation des chlorures thiocarbamiques, à condition que l'on sache combien il contient de thiophosgène. On le trouve avec une approximation suffisante par la méthode suivante : une portion du mélange, pesée exactement, est additionnée d'une solution aqueuse de chlorhydrate d'aniline, et on y ajoute peu à peu, en secouant fortement, une solution d'un titre connu de soude caustique jusqu'à réaction alcaline. Trois molécules NaOH indiquent la présence d'une molécule CSCl_2 , selon l'équation :



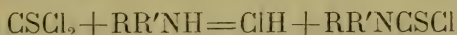
Amines secondaires. J'ai préparé la propylaniline qui m'était nécessaire par la méthode indiquée par

Hepp (Ber. X, 327) pour la préparation de la méthylaniline, c'est-à-dire par l'action du bromure de propyle sur le dérivé sodique de l'acétanilide et saponification de la propylacétanilide ainsi formée. La saponification n'est complète qu'en faisant bouillir ce corps une trentaine d'heures avec deux à trois fois la quantité théorique de potasse alcoolique. La base fut purifiée par distillation et cristallisation du chlorhydrate dans l'alcool, d'où on l'obtient en belles aiguilles incolores.

Le chlorhydrate de diméthylamine fut préparé d'après Bæyer et Caro (Ber. VII, 964 et VIII, 616) en faisant bouillir deux parties de chlorhydrate de nitrosodiméthylaniline avec une solution de 10 parties de soude caustique dans 90 d'eau.

La dipropylaniline, la méthylaniline et l'éthylaniline employées étaient les produits du commerce purifiés.

Chlorures thiocarbamiques bisubstitués. Ils furent signalés pour la première fois en 1886 par M. le professeur Billeter (Ber. XX, 232, 1629). Ils prennent naissance par l'action du thiophosgène sur les amines secondaires :



Leur préparation se fait avantageusement dans un entonnoir à robinet. On y introduit molécules égales de thiophosgène dilué avec du chloroforme (50^{cm}³ CHCl₃ pour 20^g CSCI₂) et du chlorhydrate de la base en solution aqueuse. Puis on ajoute peu à peu, en secouant fortement, deux molécules de soude caustique d'un titre exactement connu. Pendant cette opération, on introduit à mesure des morceaux de glace dans le mélange pour empêcher une élévation

de température. La réaction est terminée quand on ne perçoit plus la couleur et l'odeur du thiophosgène, et quand le liquide aqueux est très légèrement alcalin. On laisse reposer un instant, on soutire la solution chloroformique, et on la sèche soigneusement avec du chlorure de calcium. Le chloroforme est ensuite enlevé, d'abord par distillation au bain-marie, puis par évaporation dans le vide. Le résidu huileux est purifié, suivant les cas, soit par cristallisation dans l'éther de pétrole, soit par distillation fractionnée dans le vide.

M. Billeter prépara ainsi : le *chlorure éthylphénylthiocarbamique* $C_6H_5.C_2H_5NCSCl$ et le *chlorure méthylphénylthiocarbamique* $C_6H_5.CH_3NCSCl$ (Ber. XX, 1630 et 1634).

M. Strohl obtint par la même méthode le *chlorure propylphénylthiocarbamique* $C_6H_5.C_3H_7NCSCl$ (Ber. XXI, 102), appelé par Beilstein, dans la 3^{me} édition de son « Handbuch der organ. Chemie », *Chlorthioformylpropylanilid*.

M. Gamet et M. de Pury ont préparé par la même méthode des chlorures thiocarbamiques à radicaux aliphatiques. Leur préparation est analogue, mais demande plus de soin, vu leur extrême sensibilité à l'humidité. Les rendements sont moins satisfaisants.

Le *chlorure diméthylthiocarbamique* $(CH_3)_2NCSCl$ a été préparé par M. Gamet, purifié et analysé par M. de Pury. Recristallisé dans l'éther de pétrole, il se présente sous la forme d'aiguilles jaunâtres, très solubles dans le chloroforme, un peu moins dans la benzine et l'éther, peu dans l'éther de pétrole. Il fond à $41^{\circ},8-42^{\circ},3$ et bout, par 10^{mm} de pression, à $95-96^{\circ}$. Les analyses que M. de Pury en a faites ont donné

pour résultats 26,02 % de soufre (théorie 25,91) et 28,79 % de chlore (théorie 28,74).

Le *chlorure diéthylthiocarbamique* $(C_2H_5)_2NCSCl$ a été obtenu de la même manière par M. de Pury. Recristallisé dans l'éther de pétrole, il affecte la forme de prismes d'un jaune pâle, présentant les mêmes conditions de solubilité que le précédent. Il fond à $46^{\circ},2-46^{\circ},5$ et bout, par 10^{mm} de pression, à 108° . Les résultats des analyses de M. de Pury sont 21,38 % de soufre (théorie 21,12) et 23,56 % de chlore (théorie 23,43).

Le *chlorure dipropylthiocarbamique* $(C_3H_7)_2NCSCl$ a été préparé par M. Gamet, purifié et analysé par M. de Pury. C'est une huile jaunâtre, qu'on purifie par distillation fractionnée dans le vide, et qui bout à $124^{\circ},2-124^{\circ},3$ par 10^{mm} de pression. M. de Pury y a trouvé 17,87 % de soufre (théorie 17,83) et 19,52 % de chlore (théorie 19,78).

Sénévol et thiurées.

L'éthylsénévol employé a été celui du commerce.

Phénylsénévol. Weith et Merz (Zeitschr. f. Ch., 1869, 589) préparaient le phénylsénévol en décomposant la thiocarbanilide par l'acide chlorhydrique concentré; c'est le procédé que j'ai suivi, mais le rendement n'est bon que pour des portions pas trop considérables de thiocarbanilide, 100-200g par exemple. En employant de plus grandes quantités, il faut chauffer trop longtemps, et une portion notable du produit se décompose en même temps en aniline, acide carbonique et hydrogène sulfuré.

La méthode indiquée par Losanitch (Ber. XXIV, 3025), qui consiste à préparer le phénylsénévol par décomposition du phényldithiocarbamate de cuivre par la chaleur, m'a donné de mauvais rendements. Elle est en outre très incommode pour une préparation en grand, étant donné le volume avec lequel il faut travailler. Des essais ayant pour but de remplacer le sel de cuivre par ceux de zinc et de plomb ont donné des résultats encore plus mauvais.

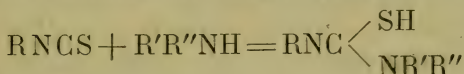
Thiocarbanilide. Hoffmann (Ann. 70, 142) préparait la thiocarbanilide en faisant cuire en solution alcoolique un mélange d'aniline et de sulfure de carbone. Weith (Ber. VI, 967) montra que la réaction est beaucoup plus rapide en ajoutant de la potasse. Il employait une molécule de potasse alcoolique pour une d'aniline. Or cette adjonction de potasse présente des inconvénients: le rendement n'est pas bon et le produit n'est pas pur. Plus on diminue la quantité de potasse, plus il faut de temps pour que la réaction soit complète, et plus aussi le rendement augmente. $\frac{1}{10}$ de molécule est une quantité à recommander. Là-dessus, M. Billeter constata que le sulfure de carbone et l'aniline, mélangés simplement ensemble, fournissaient de la thiocarbanilide à la température ordinaire. Des essais faits en grand m'ont montré que, si l'on n'est pas pressé, cette méthode est la plus pratique et donne un rendement presque théorique.

On mélange l'aniline avec un fort excès de sulfure de carbone (une molécule, soit deux fois la théorie) dans un flacon à parois épaisses, muni d'un long tube de dégagement, et l'on abandonne le mélange à lui-même. Au bout de quelques heures, l'hydrogène sulfuré commence à se dégager, et après

deux ou trois jours, la thiocarbanilide commence à cristalliser. La réaction est complète au bout de deux à quatre semaines, suivant la température. Inutile de dire qu'elle se fait beaucoup plus rapidement si l'on chauffe le mélange avec un réfrigérant ascendant. Le produit brut est pressé et séché à l'air; il contient un peu d'aniline, mais convient parfaitement à la préparation du phénylsénévol. Une cristallisation dans l'alcool suffit pour l'avoir pur.

Thiurées tertiaires.

La préparation des thiurées tertiaires a été indiquée par Gebhardt (Ber. XVII, 2089). On les obtient par l'action des sénévol sur les amines secondaires:



Citons celles que j'ai eues à préparer :

La *méthylthiocarbanilide* $\text{C}_6\text{H}_5\text{NC} \begin{array}{l} \text{SH} \\ \text{NC}_6\text{H}_5.\text{CH}_3 \end{array}$ et

l'*éthylthiocarbanilide* $\text{C}_6\text{H}_5\text{NC} \begin{array}{l} \text{SH} \\ \text{NC}_6\text{H}_5.\text{C}_2\text{H}_5 \end{array}$ ont été

décrites par Gebhardt (loc. cit.), et la *propylthiocarbanilide* $\text{C}_6\text{H}_5\text{NC} \begin{array}{l} \text{SH} \\ \text{NC}_6\text{H}_5.\text{C}_3\text{H}_7 \end{array}$ par Billeter et Strohl (Ber. XXI, 109).

La *diméthylphénylthiurée* $\text{C}_6\text{H}_5\text{NC} \begin{array}{l} \text{SH} \\ \text{N}(\text{CH}_3)_2 \end{array}$ a été préparée par M. de Pury et décrite dans l'intervalle par Dixon (Journ. of the chem. Soc. 61, 538; Ber. XXVI, 1685). Je l'ai obtenue en introduisant un cou-

rant de diméthylamine en léger excès dans une solution alcoolique de phénylsénévol. Elle cristallise en aiguilles incolores, fondant à 132-132°,5, très solubles dans l'alcool à chaud, beaucoup moins à froid, peu solubles dans l'éther, l'éther de pétrole et l'eau, très solubles dans le chloroforme et la benzine. M. de Pury y a trouvé 18,09 % de soufre (théorie 17,77).

Cette urée forme des produits d'addition avec une molécule d'azotate d'argent et une de chlorure d'or. Un dosage d'argent dans le premier a donné comme résultat à M. de Pury 30,90 % (théorie 30,86), et un d'or dans le second 40,1 % (théorie 40,5).

Dipropylphénylthiurée $C_6H_5NC \begin{smallmatrix} < SH \\ < N(C_3H_7)_2 \end{smallmatrix}$. Elle a été préparée par M. Gamet. Elle s'obtient par l'action du phénylsénévol sur la dipropylamine en solution alcoolique. Prismes fondant à 66°, présentant les mêmes conditions de solubilité que la précédente. M. de Pury en a fait un dosage de soufre, qui a donné pour résultat 13,76 % (théorie 13,55).

Cette urée forme avec une molécule d'azotate d'argent un produit d'addition, qui se présente sous la forme de beaux cristaux quadratiques incolores. Le résultat d'un dosage d'argent de M. de Pury a été 16,3 % (théorie 16,8).

Phényldiéthylthiurée $C_2H_5NC \begin{smallmatrix} < SH \\ < NC_6H_5.C_2H_5 \end{smallmatrix}$. Elle a été préparée par M. de Pury. Elle se forme en mélangeant molécules égales d'éthylsénévol et d'éthylaniline. La réaction est très lente; on ne perçoit aucun échauffement; il faut légèrement chauffer au bain-marie pour la mettre en train. L'urée cristallise au

bout de quelques jours d'abandon à elle-même et est purifiée par recristallisation dans l'éther de pétrole. Cristaux incolores fondant à 34-34°,5, s'altérant lentement à la lumière, très solubles dans les dissolvants organiques habituels, sauf dans l'éther de pétrole, où le corps l'est peu. Le résultat d'un dosage de soufre de M. de Pury a été 15,79 % (théorie 15,38).

Diméthyléthylthiurée $C_2H_5NC \begin{matrix} \text{SH} \\ \text{N(CH}_3)_2 \end{matrix}$. Ce corps

se forme par l'action de l'éthylsénévol sur la diméthylamine. Il cristallise très difficilement et est très soluble dans tous les dissolvants organiques habituels; aussi sa préparation offre-t-elle certaines difficultés. M. de Pury l'a obtenue le premier en solution alcoolique et l'a purifiée par distillation dans le vide; elle distille entre 160 et 170°, par 9^{mm} de pression, en se dissociant en partie. En la soumettant à la température d'un mélange réfrigérant, on peut alors l'obtenir cristallisée, mais par la dissociation qu'elle a subie lors de sa distillation, un peu de diméthylamine s'est échappée, et elle contient mécaniquement un peu d'éthylsénévol, reconnaissable à son odeur. La présence de cette impureté explique facilement que M. de Pury ait trouvé dans le dosage de soufre qu'il a fait de ce corps un résultat un peu trop fort, à savoir 24,93 % au lieu de 24,24.

Pour la préparer, j'ai introduit un courant de diméthylamine en léger excès dans de l'éthylsénévol étendu de cinq à six fois son poids d'alcool absolu. La solution concentrée au bain-marie, puis dans le vide, il reste un sirop qui, pour cristalliser, doit être abandonné pendant un temps plus ou moins long

dans un dessiccateur à une température très basse. J'ai profité pour cela des grands froids de janvier 1894 (— 12 à — 15°). A cette température, le tout finit par se prendre en masse cristalline. Une fois quelques cristaux obtenus, on peut en préparer autant que l'on veut en introduisant un cristal, même à la température ordinaire, dans l'urée sous forme sirupeuse. Le tout se prend aussitôt en une masse cristalline qu'il suffit de presser et de sécher.

Petits cristaux incolores fondant à 39-40° (Pury indique 37-37°,5), très solubles dans l'alcool, l'éther, la benzine, le chloroforme, facilement solubles dans l'éther de pétrole et l'eau.

Pseudodithiobiurets et dithiobiurets pentasubstitués

Les chlorures thiocarbamiques bisubstitués s'additionnent facilement à froid aux thiurées tertiaires pour former les chlorhydrates de pseudodithiobiurets pentasubstitués. Les bases enlèvent à ces chlorhydrates leur acide chlorhydrique et mettent en liberté les pseudodithiobiurets. Ceux-ci se transforment très facilement en dithiobiurets pentasubstitués de constitution normale.

Le peu de stabilité des pseudodithiobiurets rend assez considérables les difficultés expérimentales quand on travaille avec ces corps. Toutes les opérations de préparation, cristallisation et purification de ces produits doivent être faites rapidement et en évitant soigneusement toute élévation de température.

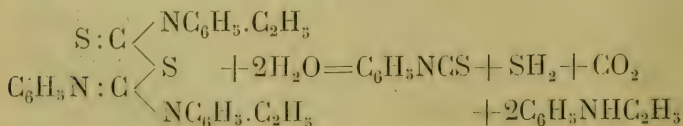
Le procédé employé pour leur préparation a été, à part quelques modifications de détail, celui décrit par

M. Billeter dans son premier article sur ce sujet (Ber. XXVI, 1687).

Molécules égales de la thiurée bien pulvérisée et du chlorure thiocarbamique sont dissoutes dans le moins de chloroforme possible, et la solution abandonnée à elle-même pendant deux jours. Au bout de ce temps, elle s'est, suivant les cas, épaissie ou prise en masse cristalline. En la broyant avec de l'éther ajouté par petites portions, il se forme, plus ou moins facilement, une poudre cristalline blanche ou jaunâtre, qui, après lavages réitérés à l'éther, représente le chlorhydrate du pseudodithiobiuret à peu près pur. Quelques-uns de ces chlorhydrates sont solubles dans l'eau; ils sont très facilement solubles dans le chloroforme et l'alcool, et insolubles dans l'éther et l'éther de pétrole. En ajoutant de l'éther à leur solution dans le chloroforme ou l'alcool, ils cristallisent pour la plupart en formes bien définies. Ils sont peu stables et ne présentent généralement pas de points de fusion nets, mais se décomposent par la chaleur avec dégagement d'acide chlorhydrique. A l'état solide, ils perdent peu à peu une partie de cet acide chlorhydrique à la température ordinaire. L'eau suffit aussi à les décomposer partiellement: une solution aqueuse des chlorhydrates solubles dans l'eau se trouble peu à peu par dépôt des pseudodithiobiurets. Il en est de même d'une solution des chlorhydrates dans l'alcool ordinaire, quand les pseudodithiobiurets correspondants y sont peu solubles. Une solution des chlorhydrates dans l'alcool additionné d'acide chlorhydrique ou dans l'alcool absolu est par contre stable. Grâce à ce peu de stabilité, des essais de dosage du chlore par titration des chlorhydrates recristallisés m'ont donné des résultats trop faibles.

En faisant agir une base sur ces chlorhydrates, on obtient les pseudodithiobiurets. M. Billeter avait employé à cet effet la potasse alcoolique titrée, qui, ajoutée jusqu'à réaction alcaline à une solution alcoolique du chlorhydrate, servait en même temps à y doser l'acide chlorhydrique. Mais, comme la plupart des pseudodithiobiurets sont très peu solubles dans l'alcool, ils se précipitent et se trouvent mélangés au chlorure de potassium formé, insoluble lui aussi. C'est pourquoi il vaut mieux, dans ces cas-là, employer une base dont le chlorhydrate soit soluble dans l'alcool: l'aniline remplit parfaitement ces conditions. Dans les rares cas où le chlorhydrate est soluble dans l'eau, j'ai employé le carbonate de sodium.

Les pseudodithiobiurets pentasubstitués sont des corps solides, légèrement jaunâtres ou incolores, insolubles dans l'eau, peu solubles dans l'alcool, d'une solubilité variable dans l'éther, solubles dans la benzine, très solubles dans le chloroforme. Ce sont de faibles bases: dans l'alcool additionné d'acide chlorhydrique, ils se dissolvent en reformant des chlorhydrates. Leur constitution est prouvée par la décomposition hydrolytique suivante: en chauffant un pseudodithiobiuret avec de l'acide chlorhydrique dilué ou concentré, une partie se transforme en biuret normal; le reste se décompose en sénévol et amine secondaire, avec dégagement d'hydrogène sulfuré et d'acide carbonique. Ex.:



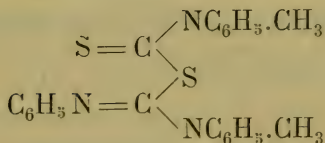
L'absence d'aniline a été constatée par les réactions colorantes habituelles (Cl_3Fe , CaOCl_2), la présence d'éthylaniline par la formation de nitrosamine par l'acide azoteux.

En les chauffant au-dessus de leurs points de fusion, les pseudodithiobiurets se transforment *quantitativement* dans les dithiobiurets normaux correspondants. La même transformation se produit soit en chauffant la solution alcoolique des pseudodithiobiurets à l'ébullition, soit en l'abandonnant à elle-même pendant un temps plus ou moins long à la température ordinaire.

Vu cette transformation quantitative des pseudodithiobiurets en corps déjà connus et analysés, j'aurais pu, à la rigueur, me dispenser d'en faire des analyses; j'en ai fait toutefois un certain nombre pour servir de preuves.

Les dithiobiurets normaux sont de couleur plus foncée que les pseudodithiobiurets correspondants et ont toujours un point de fusion plus élevé. Ils sont beaucoup plus stables; l'acide chlorhydrique n'agit pas sur eux dans les conditions où il décompose leurs isomères.

Diméthyltriphénylpseudodithiobiuret.



Molécules égales de chlorure méthylphénylthiocarbamique et de méthylthiocarbanilide finement pulvérisée sont dissoutes dans le moins possible de chloro-

forme, et la solution abandonnée à elle-même. Au bout de deux jours elle s'est beaucoup épaissie. En la broyant avec l'éther, le chlorhydrate se précipite sous forme visqueuse. Il faut, pour l'obtenir cristallin, ajouter à sa solution dans le chloroforme autant d'éther que c'est possible sans qu'il se précipite; et abandonner la solution quelques heures dans un endroit froid. Le chlorhydrate se sépare alors en croûte cristalline. Recristallisé par adjonction d'éther à sa solution alcoolique ou chloroformique, il se présente sous la forme d'aiguilles jaunâtres. Sa solution alcoolique se trouble peu à peu par précipitation du pseudodithiobiuret.

En ajoutant à la solution alcoolique du chlorhydrate la quantité théorique d'aniline (une molécule), le biuret se précipite. Pour l'obtenir cristallisé, il faut ajouter une certaine quantité d'alcool à sa solution dans le chloroforme. Il se présente sous la forme de plaques jaune-pâle, très peu solubles dans l'alcool et l'éther.

Quand on le chauffe, il se transforme sans fondre dans le diméthyltriphényldithiobiuret normal. En se servant, pour déterminer son point de fusion, de tubes très fins et en les plongeant dans des bains chauffés à différentes températures, j'ai pu constater une fusion partielle à 138-139°, mais il se transforme immédiatement en se solidifiant de nouveau.

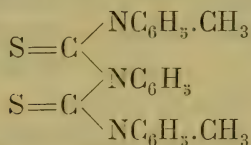
Si on le chauffe avec de l'acide chlorhydrique dilué ou concentré, une partie se transforme en dithiobiuret normal, le reste se décompose en phénylsénol, méthylaniline, acide carbonique et hydrogène sulfuré.

Dosage du soufre en tube scellé :

Matière employée	0g,2042
Sulfate de baryum obtenu . . .	0g,2453
Soufre déduit	16,50 %
Théorie	16,37 %

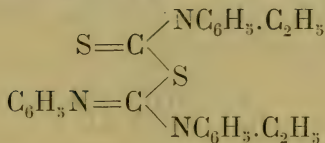
Chauffé à 140°, il se transforme, avec une très petite perte de poids (1-2 %), en diméthyltriphényldithiobiuret normal. Cette transformation s'accomplit aussi, comme c'est le cas du reste pour tous les pseudodithiobiurets pentasubstitués, en faisant bouillir sa solution alcoolique ou en l'abandonnant longtemps à elle-même à la température ordinaire.

Diméthyltriphényldithiobiuret.



Ce biuret normal, produit de la transformation du pseudodithiobiuret précédent, a été préparé, décrit et analysé par M. Strohl. Il se présente sous la forme d'aiguilles jaunes, très peu solubles dans l'alcool, fondant à 203°.

Diéthyltriphénylpseudodithiobiuret.



Le chlorhydrate se prépare d'après la méthode générale à partir du chlorure éthylphénylthiocarbami-

que et de l'éthylthiocarbanilide. Il se forme directement de gros cristaux dans la solution du mélange de chlorure et d'urée. Recristallisé par la méthode ordinaire, le chlorhydrate se présente sous la forme de petits cristaux isolés.

Le biuret se prépare et se purifie absolument comme le précédent. Ce sont des aiguilles jaunepâle, très peu solubles dans l'alcool, peu solubles dans l'éther, et fondant à 120°.

J'ai décrit sa décomposition par l'acide chlorhydrique. Cette décomposition se faisant d'une façon semblable pour tous les autres pseudodithiobiurets, je n'y reviendrai pas.

Dosages du soufre en tube scellé :

Matière employée . . .	a) 0g,2071	b) 0g,2109
Sulfate de baryum obtenu	0g,2276	0g,2340
Soufre déduit	15,09 %	15,24 %
Théorie	15,27 %	

Détermination du poids moléculaire. Les pseudodithiobiurets n'étant stables qu'à froid, la détermination de leurs poids moléculaires a été faite par la méthode de Raoult, d'après l'abaissement du point de congélation de leur solution dans la benzine, avec l'appareil de Beckmann¹.

La benzine employée, exempte de thiophène, avait été encore recristallisée deux fois. Le poids moléculaire se déduit de l'abaissement du point de congélation observé Δ par la formule :

$$m = 100K \frac{g}{\Delta G}$$

où g désigne le poids du corps dissous, G le poids du

¹ Voir Ostwald, Lehrbuch der allg. Chemie, I, 768.

dissolvant et K une constante que Raoult indique pour la benzine comme égale à 50, en prenant la moyenne de ses observations, mais qui, calculée d'après la chaleur de fusion, doit être égale à 53. Comme on va le voir, l'emploi de ce dernier chiffre m'a donné en général de meilleurs résultats que celui du nombre 50.

La détermination des poids moléculaires des di-thiobiurets normaux a été faite par la même méthode.

Poids moléculaire du diéthyltriphénylpseudodithiobiuret :

Quantité de benzine employée $G = 11,66$

a) Quantité de biuret dissous $g = 0,1767$

Abaissement du point de congélation observé $\Delta = 0,19$

Ces chiffres donnent pour le poids moléculaire :

En calculant avec la constante 50, $m = 399$

En calculant avec la constante 53, $m = 423$

b) $G = 11,66$, $g = 0,3583$, $\Delta = 0,39$

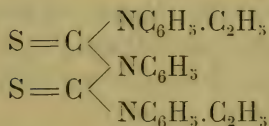
Pour $K = 50$, $m = 394$

Pour $K = 53$, $m = 418$

Calculé pour $C_{24}H_{25}S_2N_3$: $m = 419$

Chauffé au-dessus de son point de fusion, le diéthyltriphénylpseudodithiobiuret se transforme avec une perte de poids insignifiante ($1/2\%$) en

Diéthyltriphényldithiobiuret.



Ce corps a été déjà décrit par M. Strohl. Il se présente sous la forme d'aiguilles d'un jaune vif, très peu solubles dans l'alcool à froid, fondant à $158^{\circ},5$.

Détermination du poids moléculaire :

a) $G = 10,48$, $g = 0,3376$, $\Delta = 0^{\circ},39$

Pour $K = 50$, $m = 413$

Pour $K = 53$, $m = 438$.

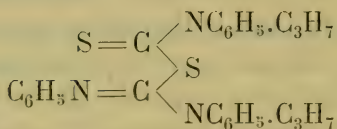
b) $G = 10,48$, $g = 0,5220$, $\Delta = 0^{\circ},61$

Pour $K = 50$, $m = 408$

Pour $K = 53$, $m = 433$

Calculé pour $C_{24}H_{25}S_2N_3$: $m = 419$

Dipropyltriphénylpseudodithiobiuret.



Le chlorhydrate se forme à partir du chlorure propylphénylthiocarbamique et de la propylthiocarbani-
lide. Il cristallise très difficilement; il faut, pour l'ob-
tenir cristallisé, ajouter à sa solution chloroformique
ou alcoolique autant d'éther que possible sans qu'il
se forme de précipité, puis le mettre dans un mé-
lange réfrigérant et frotter les parois du vase avec
une baguette de verre. C'est une poudre cristalline.

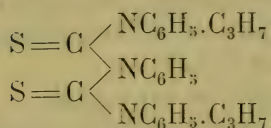
Le biuret est assez facilement soluble dans l'alcool.
Aussi ne se précipite-t-il pas quand on ajoute de
l'aniline à la solution alcoolique du chlorhydrate. En
diluant avec un peu d'eau, il se précipite sous forme
d'une résine amorphe.

En mettant la solution alcoolique concentrée de
celle-ci dans un mélange réfrigérant et en frottant

les parois du vase avec une baguette de verre, on l'obtient sous la forme d'une poudre cristalline, qui apparaît sous le microscope comme étant formée de petits prismes. Elle est assez soluble dans l'alcool et l'éther, mais ne cristallise pas si on laisse s'évaporer spontanément le dissolvant. Il fond à 85,5-86°.

De tous les pseudodithiobiurets que j'ai étudiés, c'est celui qui est le moins stable. Il suffit de quelques heures à sa solution pour qu'il se transforme, à la température ordinaire, en biuret normal. Cette transformation s'accomplit aussi, sans perte de poids, en le chauffant au-dessus de son point de fusion.

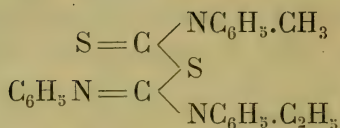
Dipropylditriphényldithiobiuret.



Il a déjà été décrit par M. Strohl. Ce sont des aiguilles jaunes, très peu solubles dans l'alcool à froid, fondant à 153°,7.

Nous avons maintenant à parler des pseudodithiobiurets mixtes, c'est-à-dire qui contiennent des radicaux différents des deux côtés de la molécule. D'après ce que j'ai exposé plus haut, ces combinaisons seront groupées par paires d'isomères. Nous appelons α ceux où c'est le plus petit des deux groupes NRR' qui est fixé à l'atome de carbone qui porte le soufre en double liaison, et β ceux où c'est le plus grand.

α - Méthyléthyltriphénylpseudodithiobiuret.



Le chlorhydrate se forme selon la méthode générale par union directe du chlorure méthylphénylthiocarbamique et de l'éthylthiocarbanilide. Il cristallise directement dans la solution. Recristallisé, il se présente sous la forme de petits prismes réunis en faisceaux.

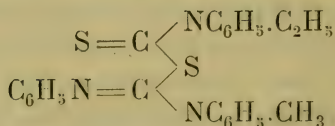
La préparation et la recrystallisation du biuret sont en tous points semblables à celles du diéthyltriphénylpseudodithiobiuret.

Larges aiguilles plates, jaunâtres, d'un bel éclat, fondant à 118-119°, très peu solubles dans l'alcool, peu solubles dans l'éther.

Dosage du soufre en tube scellé :

Matière employée	0g,2303
Sulfate de baryum obtenu	0g,2676
Soufre déduit	16,00 %
Théorie	15,80 %

β - Méthyléthyltriphénylpseudodithiobiuret.



Le chlorhydrate s'obtient par addition du chlorure éthylphénylthiocarbamique à la méthylthiocarbanilide. La solution, broyée avec de l'éther, fournit assez dif-

facilement le chlorhydrate sous la forme d'une poudre cristalline. Recristallisé, il se présente en petites plaques.

La préparation et la recristallisation du biuret se font comme celles du biuret α .

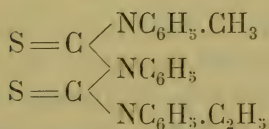
Poudre cristalline fondant à 136-136°,5, très peu soluble dans l'alcool et l'éther.

Dosage de l'azote par la méthode de Dumas :

Matière employée . . .	0g,2250
Azote obtenu. . . .	21 cm ³ ,0
Température. . . .	18°
Pression barométrique	730 mm
d'où azote en poids . .	0g,023279, soit 10,35 %
Théorie	10,37 %

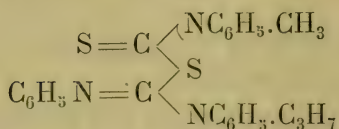
Les deux méthyléthyltriphénylpseudodithiobiurets, chauffés au-dessus de leurs points de fusion, se transforment sans changement de poids en

Méthyléthyltriphényldithiobiuret.



M. Strohl, qui a préparé le premier ce biuret, croyait qu'il existait sous deux formes, l'une fondant à 157°,5, et l'autre à 156°,5. J'ai, par contre, obtenu, à partir des deux pseudodithiobiurets, un seul et même dithiobiuret normal, fondant à 158,5-159°. C'est un corps formé de petites plaques jaunes, peu soluble dans l'alcool comme les autres.

α - Méthylpropyltriphénylpseudodithiobiuret.



Le chlorhydrate s'obtient par union du chlorure méthylphénylthiocarbamique avec la propylthiocarbamilide. En broyant la solution chloroformique avec l'éther, il se sépare sous forme d'une poudre cristalline. Recristallisé, il se présente sous la forme d'aiguilles groupées en étoiles.

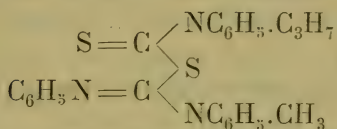
Le biuret est préparé et recristallisé de la même façon que les précédents. En ajoutant de l'aniline à la solution alcoolique du chlorhydrate, il se forme un précipité blanc volumineux. Recristallisé, il se présente sous la forme de petites écailles d'un vif éclat soyeux, très peu solubles dans l'alcool, peu solubles dans l'éther, et fondant à 122,5-123°.

Analyse élémentaire :

Kopfer (Zeitschr. f. anal. Ch., XVII, 28 et 36) a montré que les oxydes de l'azote sont aussi bien retenus que ceux du soufre par le peroxyde de plomb. Les analyses de mes biurets ont été faites par la méthode habituelle de combustion dans une nacelle, dans un tube à combustion ordinaire à oxyde de cuivre, dont l'extrémité était occupée non par une spirale de cuivre, mais par une couche de 5-6^{cm} de peroxyde de plomb et chauffée à part pendant l'opération à 180-200°. Le même tube peut servir à une douzaine de combustions successives.

Matière employée.	0g,2433
Eau obtenue	0g,1201
Hydrogène déduit.	6,25 %
Théorie	5,97 %
Acide carbonique obtenu	0g,5375
Carbone déduit	68,72 %
Théorie	68,74 %

β-Méthylpropyltriphénylpseudodithiobiuret.



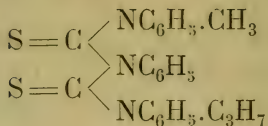
Le chlorhydrate s'obtient par l'union du chlorure propylphénylthiocarbamique avec la méthylthiocarbamilide. La solution chloroformique, broyée avec de l'éther, fournit difficilement une poudre cristalline. Recristallisé, le chlorhydrate se présente sous la forme de petites aiguilles groupées en étoiles.

En ajoutant de l'aniline à la solution alcoolique du chlorhydrate, le biuret cristallise peu à peu, plus complètement en diluant l'alcool avec un peu d'eau. Pour le recristalliser, il faut ajouter de l'alcool un peu étendu à sa solution dans le chloroforme.

Il forme de jolis petits cristaux (plaques et prismes groupés en étoiles) légèrement jaunâtres, fondant à 119,5-120°. Ce biuret est un peu plus soluble que son isomère dans l'alcool, et soluble aussi, quoique peu, dans l'éther.

Les deux méthylpropyltriphénylpseudodithiobiurets, chauffés au-dessus de leurs points de fusion, se transforment sans changement de poids dans le même

Méthylpropyltriphényldithiobiuret.

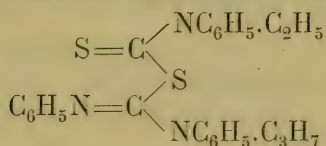


Ce sont de jolis cristaux jaune-vif, très peu solubles dans l'alcool à froid, fondant à 125,5-126°.

Ce corps a déjà été décrit par M. Strohl, qui en avait trouvé deux modifications, fondant l'une à 110°, l'autre à 111°. Cette grande différence entre les points de fusion trouvés par lui et celui du produit que j'ai obtenu est particulièrement frappante; elle m'a donné, je le crois, l'explication de l'écart d'un degré qu'avait trouvé M. Strohl dans les points de fusion de ses biurets mixtes. Avec la permission de celui-ci, je recourus aux substances qu'il avait préparées et qui se trouvent encore dans notre laboratoire. Je déterminai les points de fusion des deux modifications du méthylpropyltriphényldithiobiuret, qui fondaient, il y a sept ans, à 110 et 111°, et je trouvai comme résultat un point de fusion identique de 125°. Après une seule recristallisation, ils indiquèrent l'un et l'autre exactement le point de fusion de mes produits, soit 125,5-126°. L'explication de ce fait remarquable n'est pas difficile à fournir. M. Strohl, après une cristallisation dans l'alcool bouillant, avait purifié ses corps par recristallisations successives à froid en ajoutant de l'alcool ou de l'éther à leur solution dans le chloroforme. Il devait y rester comme impureté un peu des pseudodithiobiurets, dont il ne pouvait soupçonner l'existence, et qui, moins solubles dans l'alcool

que les biurets normaux, se retrouvaient à chaque cristallisation. Depuis sept ans que ces substances ont été préparées, les pseudodithiobiurets se sont transformés peu à peu en biurets normaux, et leurs points de fusion ont monté d'eux-mêmes. Les pseudodithiobiurets étant isomères avec les biurets normaux, cette impureté ne pouvait pas influencer sur l'exactitude des résultats d'analyse. Elle nous explique aussi pourquoi M. Strohl a rencontré des difficultés dans la cristallisation du méthylpropyltriphényldithiobiuret.

α -Ethylpropyltriphénylpseudodithiobiuret.



Le chlorhydrate, déjà préparé et décrit par M. Billeter, se forme par union du chlorure éthyphénylthiocarbamique avec la propylthiocarbanilide. Il se présente sous la forme de cristaux isolés.

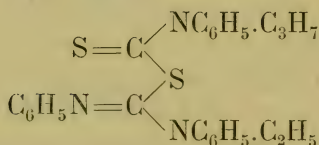
M. Billeter avait séparé le biuret au moyen de la potasse alcoolique. Ici aussi j'ai employé l'aniline. A ma grande surprise, ce ne furent pas les rhomboédres décrits par M. Billeter et fondant à 68°, 2-69° qui cristallisèrent alors, mais des plaques d'un jaune pâle, qui, purifiées, fondent à 89°, 5-90°. Ce corps se recristallise par adjonction d'alcool étendu à sa solution dans le chloroforme; il est peu soluble dans l'alcool, mais soluble dans l'éther et se sépare par évaporation de ce dissolvant sous la même forme cristalline. J'essayai alors d'obtenir les rhomboédres en décomposant le

chlorhydrate par la potasse alcoolique, mais j'obtins aussi le corps décrit ci-dessus. Sa transformation quantitative dans le biuret normal et deux dosages de soufre montrent que c'est bien là le corps cherché; les rhomboèdres doivent le contenir à l'état impur.

Dosages du soufre en tube scellé :

Matière employée	a) 0g,2222	b) 0g,2157
Sulfate de baryum obtenu	0g,2432	0g,2310
Soufre déduit	15,03 %	14,71 %
Théorie		14,78 %

β-Ethylpropyltriphénylpseudodithiobiuret.



Le chlorhydrate, déjà décrit par M. Billeter, s'obtient par l'union du chlorure propylphénylthiocarbamique avec l'éthylthiocarbanilide. Recristallisé, il se présente sous la forme d'aiguilles groupées en étoiles.

M. Billeter a obtenu le biuret sous forme d'une résine; c'est ainsi qu'il se sépare en effet par évaporation de toutes ses solutions, et ce n'est qu'à grand-peine que je suis parvenu à l'obtenir cristallisé. En ajoutant de l'aniline à la solution alcoolique du chlorhydrate étendue d'un peu d'eau, il se sépare une résine assez consistante. Il faut la redissoudre dans le moins de chloroforme possible, y ajouter de l'alcool et quelques gouttes d'eau, mettre la solution dans de la glace ou mieux dans un mélange réfrigé-

rant, et frotter fortement les parois du vase avec une baguette de verre.

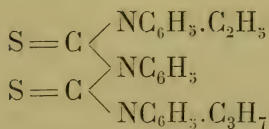
C'est une poudre cristalline, qui apparaît sous le microscope comme formée de petites plaques d'un jaune pâle, assez solubles dans l'alcool et l'éther. Point de fusion : 76-76°,4.

Dosage de l'azote par la méthode de Dumas :

Matière employée . . .	0g,2122
Azote obtenu	18cm ³ ,8
Température	18°
Pression barométrique	729mm,
d'où azote en poids. .	0g,020812, soit 9,81 %
Théorie	9,70 %

Chauffés au-dessus de leurs points de fusion, les deux éthylpropyltriphénylpseudodithiobiurets se transforment sans changement de poids en

Ethylpropyltriphényldithiobiuret.

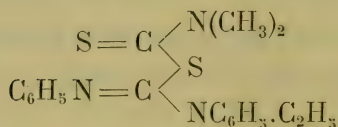


Ce corps, déjà décrit par M. Strohl, qui l'avait obtenu sous deux modifications fondant l'une à 165°, l'autre à 165°,8, se présente sous la forme de belles aiguilles jaune-vif, fondant à 165°,8, très peu solubles dans l'alcool froid.

Conformément à la théorie, il n'existe donc qu'un biuret normal pour chaque paire de pseudodithiobiurets mixtes.

Les biurets que je vais maintenant décrire sont ceux dans la composition desquels entrent des amines aliphatiques.

α -Diméthyléthyl-diphénylpseudodithiobiuret.



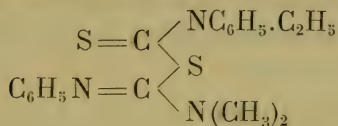
Le chlorhydrate s'obtient par la méthode générale, à partir du chlorure diméthylthiocarbamique et de l'éthylthiocarbanilide. Il a déjà été décrit par M. Billeter; ce sont de petits cristaux, en apparence orthorhombiques.

M. Billeter a isolé le biuret par la potasse alcoolique. J'ai obtenu le même corps en ajoutant la quantité théorique d'aniline à la solution alcoolique du chlorhydrate et en le recristallisant par adjonction d'alcool à la solution du biuret dans le chloroforme. Après quelques recristallisations, il a présenté le point de fusion constant de 91°,6-92° (M. Billeter avait trouvé 89°,8). Ce sont de fines aiguilles incolores, solubles dans environ 150 parties d'alcool, assez peu solubles dans l'éther, très peu dans l'éther de pétrole.

Analyse élémentaire :

Matière employée	0g,2390
Eau obtenue	0g,1342
Hydrogène déduit	6,24 %
Théorie	6,12 %
Acide carbonique obtenu	0g,5500
Carbone déduit	62,76 %
Théorie	62,97 %

β-Diméthyléthylidiphénylpseudodithiobiuret.

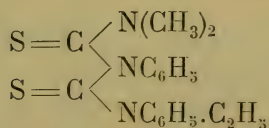


Le chlorhydrate s'obtient par l'action du chlorure éthylphénylthiocarbamique sur la diméthylphénylthiurée. Il a déjà été décrit par M. Billeter; ce sont des cristaux relativement grands et bien développés.

M. Billeter a isolé le biuret par la potasse alcoolique. Je l'ai obtenu en ajoutant de l'aniline à la solution alcoolique du chlorhydrate étendue d'eau, et en le recristallisant par adjonction d'alcool étendu ou d'éther de pétrole à sa solution dans le chloroforme. Ce sont des aiguilles ou prismes jaunâtres. Il est soluble dans environ 30 parties d'alcool, assez soluble dans l'éther, très peu dans l'éther de pétrole. Après quelques recristallisations, son point de fusion est constant à 95° (M. Billeter indique 91°,2).

Chauffés au-dessus de leurs points de fusion, les deux diméthyléthylidiphénylpseudodithiobiurets se transforment sans changement de poids dans le

Diméthyléthylidiphényldithiobiuret.

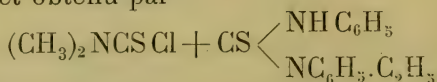


Ce corps avait déjà été préparé par M. de Pury. Il se présente sous la forme de cristaux isométriques

bien développés, de couleur jaunâtre, facilement solubles dans l'alcool et l'éther, très peu solubles dans l'éther de pétrole, et fondant à 98°,8.

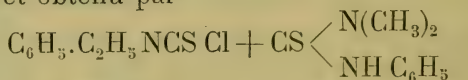
Les analyses qu'en a faites M. de Pury ont donné les résultats suivants :

a) Biuret obtenu par



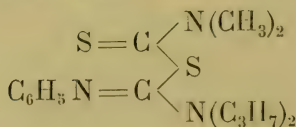
Soufre :	Trouvé . . .	18,70 %	18,82 %
	Théorie . . .	18,66 %	
Azote :	Trouvé . . .	12,24 %	12,39 %
	Théorie . . .	12,24 %	

b) Biuret obtenu par



Carbone :	Trouvé . . .	62,46 %	
	Théorie . . .	62,97 %	
Hydrogène :	Trouvé . . .	6,44 %	
	Théorie . . .	6,12 %	
Soufre :	Trouvé . . .	18,66 %	18,85 %
	Théorie . . .	18,66 %	
Azote :	Trouvé . . .	12,35 %	12,29 %
	Théorie . . .	12,24 %	

α-Diméthyldipropylphénylpseudodithiobiuret.



Le chlorhydrate se forme par l'union du chlorure diméthylthiocarbamique avec la dipropylphénylthiu-

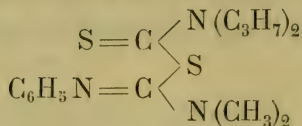
rée. Je n'ai pas pu l'obtenir cristallisé: en broyant avec de l'éther sa solution dans le chloroforme, on l'obtient sous la forme d'une huile épaisse. Comme il est soluble dans l'eau, j'ai isolé le biuret de la manière suivante :

On introduit la solution chloroformique du chlorhydrate dans un entonnoir à robinet, puis on y ajoute de l'éther et de l'eau. En secouant le mélange, le chloroforme passe dans la solution éthérée, et le chlorhydrate dans la solution aqueuse. En ajoutant à celle-ci du carbonate de sodium jusqu'à réaction alcaline, le biuret se précipite sous la forme d'une huile jaunâtre. En l'extrayant par l'éther et en évaporant la solution dans le vide, il reste une huile qui, broyée avec l'alcool, fournit le biuret cherché sous la forme d'une poudre jaunâtre. Pour le recristalliser, il faut le dissoudre dans un peu de chloroforme, ajouter de l'éther de pétrole et refroidir dans un mélange réfrigérant. Le biuret se sépare peu à peu sous la forme d'une poudre cristalline presque incolore, facilement soluble dans l'éther, peu dans l'alcool et l'éther de pétrole, et fondant à 64,6-65°.

Dosage de l'azote d'après Dumas :

Matière employée . . .	0g,2181
Azote obtenu	25 ^{cm³} ,2
Température	18°
Pression barométrique	732 ^{mm}
d'où azote en poids. .	0g,028014, soit 12,85 %
Théorie.	13,00 %

β-Diméthyldipropylphénylpseudodithiobiuret.

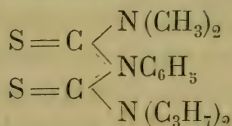


Le chlorhydrate se forme par union du chlorure dipropylthiocarbamique avec la diméthylphénylthiurée. Il se sépare très facilement sous la forme d'une poudre cristalline incolore, formée de très petites aiguilles, en ajoutant de l'éther à sa solution dans le chloroforme. M. de Pury l'avait déjà préparé, mais l'avait pris pour un chlorhydrate du biuret normal. Il en avait fait deux dosages de chlore, qui lui avaient donné comme résultats 9,88 % et 9,68 % (théorie 9,88 %). Il est peu soluble dans l'eau, facilement dans l'alcool.

Pour isoler le biuret, il faut dissoudre le chlorhydrate dans le moins d'alcool possible, ajouter beaucoup d'eau, puis du carbonate de sodium jusqu'à réaction alcaline. Il se précipite une huile qui est extraite par l'éther; en évaporant la solution éthérée dans le vide, il reste un résidu cristallin ou huileux. Pour obtenir le biuret pur, il faut redissoudre ce résidu dans l'éther de pétrole et concentrer la solution dans le vide. Le biuret se sépare sous la forme de plaques jaunâtres, facilement solubles dans l'éther et l'alcool, moins dans l'éther de pétrole. Il fond à 48°, 6-48°, 8.

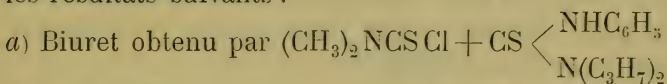
Chauffés au-dessus de leurs points de fusion, les deux diméthyldipropylphénylpseudodithiobiurets se transforment sans changement de poids dans le

Diméthylpropylphényldithiobiuret.



Ce corps a déjà été préparé par M. de Pury. Il se présente sous la forme de jolis prismes presque incolores, facilement solubles dans l'alcool, moins dans l'éther et l'éther de pétrole, et fondant à 80°,5-81°.

Les analyses qu'en a faites M. de Pury ont donné les résultats suivants :

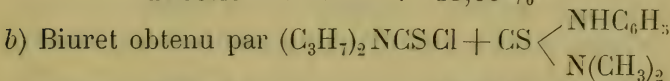


Soufre : Trouvé 20,05 %₀, 20,20 %₀

Théorie. 19,81 %₀

Azote : Trouvé 13,54 %₀, 13,31 %₀

Théorie. 13,00 %₀



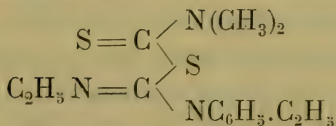
Soufre : Trouvé 19,70 %₀, 19,67 %₀

Théorie. 19,81 %₀

Azote : Trouvé 13,43 %₀, 13,34 %₀

Théorie. 13,00 %₀

α-Diméthylphényldiéthylpseudodithiobiuret.



Le chlorhydrate se forme par l'union du chlorure diméthylthiocarbamique avec la phényldiéthylthiurée.

Il se comporte absolument comme celui de l' α -diméthylpropylphénylpseudodithiobiuret et n'a, comme lui, pas pu être obtenu à l'état cristallisé. Je l'ai fait passer de la même façon en solution aqueuse. En ajoutant à cette solution du carbonate de sodium jusqu'à réaction alcaline, il se précipite une huile, qui, en secouant fortement, se prend en une poudre cristalline. Recristallisé par concentration dans le vide de sa solution dans l'éther de pétrole, le biuret se présente sous la forme de beaux prismes allongés incolores, qui s'altèrent peu à peu à la lumière et doivent être conservés dans l'obscurité. Il est facilement soluble dans l'éther, moins dans l'alcool et l'éther de pétrole, et fond à 66°,5-67°.

Détermination du poids moléculaire en solution dans la benzine, d'après Raoult-Beckmann :

a) Quantité de benzine employée : $G = 11\text{ g},39$

Quantité de biuret dissous : $g = 0\text{ g},2242$

Abaissment du point de congélation observé : $\Delta = 0^{\circ},35$

Ces chiffres donnent pour le poids moléculaire :

En calculant avec la constante 50, $m = 281$

En calculant avec la constante 53, $m = 298$

b) $G = 11,39$, $g = 0,4767$, $\Delta = 0,75$

Pour $K = 50$, $m = 279$

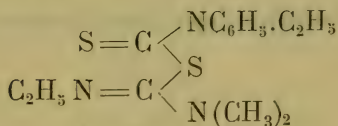
Pour $K = 53$, $m = 296$

Calculé pour $C_{14}H_{21}S_2N_3$: $m = 295$

Il est à remarquer qu'en décomposant par l'acide chlorhydrique ce pseudodithiobiuret et son isomère dont la description suit, on n'obtient pas de l'éthylsénévol, mais que la décomposition est complète en amines, hydrogène sulfuré et acide carbonique. Cette

exception apparente à la règle de la décomposition des pseudodithiobiurets que j'ai énoncée s'explique facilement par le peu de stabilité des sénévols gras vis-à-vis des acides. L'éthylsénévol à l'état naissant se décompose sous l'influence de l'acide chlorhydrique en éthylamine, hydrogène sulfuré et acide carbonique.

β -Diméthylphényldiéthylpseudodithiobiuret.



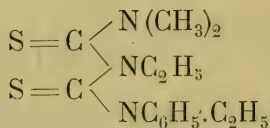
Le chlorhydrate s'obtient par l'action du chlorure éthylphénylthiocarbamique sur la diméthyléthylthiurée. Il se sépare sous la forme d'une poudre cristalline en broyant avec de l'éther sa solution chloroformique. Recristallisé, c'est une poudre cristalline formée de petits rhomboédres (ou losanges) solubles dans l'eau. En ajoutant du carbonate de sodium à la solution aqueuse, il se précipite une huile qui est extraite par l'éther de pétrole; par évaporation de celui-ci dans le vide, le biuret reste sous forme de cristaux. Ils sont redissous dans l'éther de pétrole, et le biuret cristallise par concentration dans le vide ou refroidissement dans un mélange réfrigérant de cette solution, sous la forme de plaques rhombiques d'un jaune pâle, sensibles à la lumière comme le biuret isomère. Ce biuret est facilement soluble dans l'alcool et l'éther, un peu moins dans l'éther de pétrole, et fond à 42°, 8-43°.

Dosage du soufre en tube scellé :

Matière employée	0g,2469
Sulfate de baryum obtenu	0g,3919
Soufre déduit	21,80 %
Théorie	21,69 %

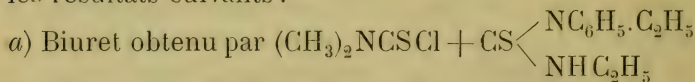
Chauffés au-dessus de leurs points de fusion, les deux diméthylphényldiéthylpseudodithiobiurets se transforment sans changement de poids dans le

Diméthylphényldiéthylpseudodithiobiuret.

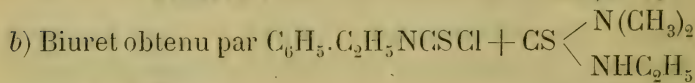


Ce corps a déjà été préparé par M. de Pury. Il se présente sous la forme de belles aiguilles incolores ou légèrement jaunâtres, ayant tout à fait l'aspect du salpêtre. M. Billeter l'a décrit par erreur comme jaune-vif dans sa dernière publication. Il fond à 113°,5-114°.

Les analyses qu'en a faites M. de Pury ont donné les résultats suivants :



Soufre : Trouvé	21,72 %
Théorie	21,69 %



Soufre : Trouvé	21,68 %
Théorie	21,69 %

Azote :	Trouvé	14,24 %
	Théorie	14,24 %

J'en ai déterminé le poids moléculaire en solution dans la benzine, d'après Raoult-Beckmann.

a) Quantité de benzine employée : $G = 11,29$

Quantité de biuret dissous : $g = 0,2036$

Abaissem^t du point de congélation observé : $\Delta = 0,33$

Ces chiffres donnent pour le poids moléculaire :

En calculant avec la constante 50, $m = 273$

En calculant avec la constante 53, $m = 290$

b) $G = 11,29$, $g = 0,4510$, $\Delta = 0,69$

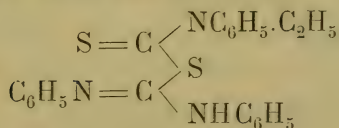
Pour $K = 50$, $m = 289$

Pour $K = 53$, $m = 307$

Calculé pour $C_{14}H_{21}S_2N_3$: $m = 295$

Pseudodithiobiuret tétrasubstitué.

Ethyltriphénylpseudodithiobiuret. (β)



Le chlorure éthylphénylthiocarbamique se combine avec la thiocarbanilide absolument dans les mêmes conditions et de la même manière qu'avec les thiurées tertiaires. La thiocarbanilide étant moins soluble que celles-ci dans le chloroforme, il faut employer une quantité de ce dissolvant égale environ au triple

du poids du mélange de chlorure et de thiurée. Au bout de deux jours la solution est concentrée par évaporation dans le vide, et broyée avec de l'éther. Le chlorhydrate se sépare difficilement sous la forme d'une poudre jaune cristalline, qui, à l'air, redevient rapidement visqueuse lorsque le corps n'est pas pur. Recristallisé par adjonction d'éther à sa solution dans l'alcool ou le chloroforme, le chlorhydrate se présente sous la forme de petits rhomboèdres.

En ajoutant la quantité théorique d'aniline à la solution alcoolique du chlorhydrate étendue d'un peu d'eau, le biuret se précipite cristallin. En le recristallisant par adjonction d'alcool étendu ou d'éther de pétrole à sa solution chloroformique, on l'obtient sous la forme d'aiguilles légèrement jaunâtres, peu solubles dans l'alcool, assez solubles dans l'éther, insolubles dans l'éther de pétrole, et fondant à 91°.

Analyse élémentaire :

Matière employée	0g,2634
Eau obtenue	0g,1299
Hydrogène déduit	5,48 %
Théorie	5,38 %
Acide carbonique obtenu	0g,6504
Carbone déduit	67,34 %
Théorie	67,52 %

Dosages du soufre en tube scellé :

Matière employée	a) 0g,2325	b) 0g,2022
Sulfate de baryum obtenu	0g,2776	0g,2421
Soufre déduit	16,40 %	16,44 %
Théorie	16,37 %	

Décompositions de l'éthyltriphénylpseudodithiobiuret. — La décomposition de ce pseudodithiobiuret

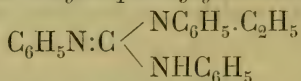
tétrasubstitué par l'acide chlorhydrique est semblable à celle des pseudodithiobiurets pentasubstitués. En le faisant bouillir avec de l'acide chlorhydrique concentré ou dilué, il se forme, avec dégagement d'acide carbonique et d'hydrogène sulfuré, du phénylsénévol, de l'aniline et de l'éthylaniline. Sa constitution asymétrique est par là démontrée.

L'éthyltriphénylpseudodithiobiuret est d'ailleurs un corps très instable. Abandonné à lui-même, même dans un flacon fermé, il dégage au bout de quelques semaines une odeur caractéristique de sulfure de carbone et d'éthylaniline. Aussi deux dosages d'azote que j'en ai faits avec un produit datant de quelques semaines, et que je n'ai pas cités plus haut pour cette raison, m'ont donné un résultat plus fort que la théorie d'environ 1 %.

Si l'on chauffe au bain-marie l'éthyltriphénylpseudodithiobiuret soit seul, soit en solution alcoolique, il ne se transforme pas dans un biuret normal, mais se décompose peu à peu complètement. Il se dégage du sulfure de carbone et il reste une huile épaisse, sentant l'éthylaniline. En la broyant avec de l'alcool, il se précipite, en mauvais rendement, une poudre blanche cristalline. Ce corps est très peu soluble dans l'alcool, même à chaud, mais s'y dissout facilement s'il est additionné d'un peu d'acide chlorhydrique : c'est donc une base. Il se dissout facilement dans le chloroforme et la benzine, est assez soluble dans l'éther et insoluble dans l'éther de pétrole. Je l'ai cristallisé à réitérées fois en ajoutant de l'alcool à sa solution dans le chloroforme. Il fond à 150°. Ce corps ne contient pas de soufre ; un dosage d'azote que j'en ai fait m'a donné le résultat suivant :

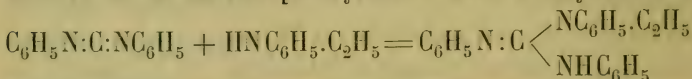
Matière employée . . .	0g,2088
Azote obtenu	27 cm ³
Température	16°,5
Pression barométrique	719mm
d'où azote en poids . . .	0g,029306, soit 14,04 %

Le dégagement de sulfure de carbone observé pendant la décomposition du biuret faisait prévoir que ce corps contiendrait les composants du biuret moins CS₂; l'analyse ci-dessus confirma cette pensée. L'hypothèse la plus simple à admettre était de considérer ce corps comme *éthyltriphénylguanidine*



Ce corps doit contenir 13,33 % d'azote.

L'éthyltriphénylguanidine n'a pas encore été décrite. Il était à prévoir qu'elle prendrait naissance par union directe de la carbodiphénylimide avec l'éthylaniline.

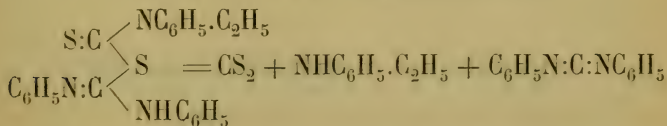


Ma prévision se trouva justifiée. En chauffant au bain-marie molécules égales de carbodiphénylimide et d'éthylaniline, il se forme une huile dense, qui, broyée avec de l'alcool, fournit le corps décrit ci-dessus, mais aussi en mauvais rendement.

Les combustions que j'ai faites des deux produits, malgré nombre de cristallisations, m'ont donné des résultats semblables, mais toujours trop faibles. Les meilleurs ont été, pour le produit de décomposition du biuret, 5,93 % d'hydrogène et 79,2 % de carbone, et pour le produit d'union de la carbodiphénylimide avec l'éthylaniline 5,83 % d'hydrogène et 78,8 % de carbone. La théorie exige pour l'éthyltriphénylguani-

dine 6,67 % d'hydrogène et 80,0 % de carbone. Il est donc resté, dans les produits des différentes recristallisations, une impureté qui abaisse les résultats d'analyse. Je crois pouvoir affirmer que cette impureté n'est autre chose que de la carbanilide (73,6 % de carbone, 5,66 % d'hydrogène), dont j'ai remarqué les aiguilles caractéristiques. Sa formation s'explique avec la plus grande facilité par l'action de l'alcool sur la carbodiphénylimide.

Je n'ai pas eu à disposition, vu le mauvais rendement de ses modes de préparation, des quantités d'éthyltriphénylguanidine suffisantes pour l'obtenir à l'état pur. Je remarquerai seulement que le produit de décomposition de l'éthyltriphénylpseudodithiobiuret par la chaleur se comporte absolument comme un mélange de carbodiphénylimide et d'éthylaniline et doit être considéré comme tel. L'éthyltriphénylguanidine et la carbanilide formées sont les produits d'actions secondaires de la carbodiphénylimide sur l'éthylaniline et l'alcool. Cela nous montre que la décomposition de notre pseudodithiobiuret par la chaleur doit être exprimée par l'équation :



Cette décomposition remarquable est une nouvelle preuve de sa constitution asymétrique.

RÉCAPITULATION

DES CORPS QUI FONT L'OBJET DE CETTE ÉTUDE

Substances employées à la préparation des dithiobiurets.

Thiophosgène.
Amines secondaires.
Chlorure méthylphénylthiocarbamique.
Chlorure éthylphénylthiocarbamique.
Chlorure propylphénylthiocarbamique.
Chlorure diméthylthiocarbamique.
Chlorure dipropylthiocarbamique.
Phénylsénévol.
Thiocarbanilide.
Méthylthiocarbanilide.
Éthylthiocarbanilide.
Propylthiocarbanilide.
Diméthylphénylthiurée.
Dipropylphénylthiurée.
Phényldiéthylthiurée.
Diméthyléthylthiurée.

Pseudodithiobiurets et dithiobiurets pentasubstitués.

Diméthyltriphénylpseudodithiobiuret.
Diméthyltriphényldithiobiuret.
Diéthyltriphénylpseudodithiobiuret.
Diéthyltriphényldithiobiuret.
Dipropyltriphénylpseudodithiobiuret.
Dipropyltriphényldithiobiuret.
 α -Méthyléthyltriphénylpseudodithiobiuret.
 β -Méthyléthyltriphénylpseudodithiobiuret.
Méthyléthyltriphényldithiobiuret.

α -Méthylpropyltriphénylpseudodithiobiuret.
 β -Méthylpropyltriphénylpseudodithiobiuret.
Méthylpropyltriphényldithiobiuret.
 α -Éthylpropyltriphénylpseudodithiobiuret.
 β -Éthylpropyltriphénylpseudodithiobiuret.
Éthylpropyltriphényldithiobiuret.
 α -Diméthyléthylldiphénylpseudodithiobiuret.
 β -Diméthyléthylldiphénylpseudodithiobiuret.
Diméthyléthylldiphényldithiobiuret.
 α -Diméthylldipropylphénylpseudodithiobiuret.
 β -Diméthylldipropylphénylpseudodithiobiuret.
Diméthylldipropylphényldithiobiuret.
 α -Diméthylphényldiéthylpseudodithiobiuret.
 β -Diméthylphényldiéthylpseudodithiobiuret.
Diméthylphényldiéthyldithiobiuret.

Pseudodithiobiuret tétrasubstitué.

Éthyltriphénylpseudodithiobiuret.



Séance du 25 janvier 1894

UNE AUTOBIOGRAPHIE DE LÉO LESQUEREUX

PAR F. TRIPET, PROFESSEUR

L'une des dernières publications du *Geological Survey* des Etats-Unis contient une œuvre posthume de notre célèbre compatriote Léo Lesquereux, la dernière qu'il ait écrite, et à laquelle il a travaillé jusqu'à sa mort, survenue le 25 octobre 1889.

L'éditeur de la monographie sur *la flore du groupe de Dakota*, M. Knowlton, donne dans l'introduction de ce magnifique volume de nombreux détails sur l'activité scientifique de celui qu'on surnommait, de l'autre côté de l'Atlantique, le Nestor des paléobotanistes et le premier des bryologistes américains. Ces renseignements nous sont connus pour la plupart, mais ce qui l'est moins, c'est une lettre que Lesquereux écrivait à l'un de ses amis, le professeur Lester F. Ward, qui l'avait prié de lui fournir quelques indications sur sa vie : cette lettre nous paraît de nature à intéresser ceux qui ont connu le savant botaniste ou qui ont entendu parler de lui. Nous avons cherché, dans la traduction, à nous tenir aussi près que possible du texte anglais, en conservant avec soin les expressions employées dans l'original.

« Columbus, 1^{er} mai 1884.

« Cher Monsieur,

« Je suis vivement touché des sentiments que vous m'exprimez dans votre lettre du 29 avril passé et je m'empresse d'y répondre. En vérité, j'aurais dû vous écrire il y a plusieurs semaines déjà, mais j'en ai été empêché par une longue maladie. Je le ferai aussitôt que j'aurai un moment de loisir; je suis actuellement surchargé de travail par la correction d'épreuves d'imprimerie qui me parviennent sans relâche et je ne puis vous dire en ce moment que ce que vous désirez savoir.

« Je suis né à Fleurier, canton de Neuchâtel en Suisse, le 18 novembre 1806. Mon père était fabricant de ressorts de montres, dans une position de fortune assez convenable, mais il n'était pas riche. Comme j'étais son seul fils et que j'aimais les livres, en particulier ceux dans lesquels il était question de rochers et de fleurs — une sorte de *naïf* comme on dit dans le Sud, — ma mère désirait que je devinsse pasteur. Ma famille, Lescure, Lescurieux, Lesquereux, était huguenote, émigrée de France avec la plupart des anciennes familles de la Suisse romande. Dans ce but, après avoir fréquenté l'école de mon village, je fus envoyé au collège de Neuchâtel, où je suivis toutes les classes jusqu'à la plus élevée (philosophie); ayant de la sorte terminé mes études dans ma dix-neuvième année, je fus en mesure de me rendre à l'université. Mon père n'avait payé à Neuchâtel que le prix de ma pension et j'avais gagné les frais des cours académiques en donnant des leçons. Ma famille n'étant pas en état de supporter les dépenses nécessaires pour

compléter mes études en Allemagne, j'acceptai une place de professeur de langue française à Eisenach, en Saxe, avec l'espoir d'économiser assez d'argent pour aller plus tard à l'université. Mais, après un séjour de quatre années à Eisenach, j'étais fiancé; au lieu de prendre le chemin de l'université, je revins en Suisse pour chercher une position et fus accepté comme maître principal au collège de La Chaux-de-Fonds. Au bout d'un an, je retournai à Eisenach pour me marier. Après trois années d'enseignement à La Chaux-de-Fonds, je devins graduellement puis complètement sourd, si bien que je dus abandonner mon poste et me chercher une autre occupation pour gagner le pain de ma famille. Je me livrai pendant plusieurs années à des travaux manuels, car j'étais retourné dans ma famille, à Fleurier, où j'étais devenu l'associé de mon père. Mais le métier de fabricant de ressorts ne me convenait pas et j'étais continuellement occupé dans mes heures de loisir, le plus souvent pendant la nuit, à étudier, avec un pauvre petit microscope, des mousses que je récoltais le dimanche dans des courses de montagne. Le gouvernement de Neuchâtel était alors vivement intéressé à la conservation des tourbières, en raison des difficultés que rencontraient les pauvres à se procurer du combustible; il offrit un prix (médaille d'or de 20 ducats) pour le meilleur mémoire sur la formation de la tourbe, sa conservation, etc. J'entrepris cette étude et gagnai le prix.

« Mon mémoire — *Recherches sur les tourbières du Jura* — est encore estimé et a été considéré longtemps comme le meilleur ouvrage sur la matière. C'est à partir de la publication de ce travail que j'en-

tretins avec Agassiz des relations plus intimes et que le roi de Prusse offrit de payer mes dépenses et quelque chose de plus si je consentais à entreprendre un voyage d'exploration à travers l'Allemagne et d'autres contrées de l'Europe, à mon choix, pour étudier les tourbières. J'acceptai sans hésitation, et je parcourus l'Allemagne, la Suède, le Danemark, la Hollande, la Belgique, la France, visitant toutes les contrées où je pouvais rencontrer des dépôts tourbeux ; puis je revins chez moi avec une grande quantité de matériaux, que j'avais l'intention d'utiliser pour la rédaction d'un ouvrage sur les marais tourbeux. Neuchâtel était alors sous la protection du roi de Prusse.

« En 1848, au moment où je venais d'être appelé comme directeur de l'exploitation des tourbières achetées par le gouvernement, les libéraux ou partisans de la Suisse devinrent les maîtres de la situation et tous ceux qui tenaient une place quelconque du gouvernement furent naturellement destitués. L'académie de Neuchâtel fut aussi supprimée. Agassiz était parti pour l'Amérique depuis une année. Il encouragea les professeurs Guyot, Matile et d'autres, ainsi que moi, à traverser l'Atlantique. Comme l'avenir s'annonçait sous des couleurs sombres et que j'ignorais de quelle manière je pourvoirais à l'entretien de ma famille, mon père m'encouragea également à m'expatrier ; je m'embarquai avec ma femme et mes cinq enfants comme passager d'entre-pont et débarquai à Boston en septembre 1848. Voilà à peu près tout. Ayant affaire à forte partie, surtout à cause de ma complète surdité, j'ai passé par bien des épreuves et les temps étaient durs, comme il est aisé de le com-

prendre. Mais tout a bien été pour moi, grâce à la Providence.

« Quant à mes publications, vous les connaissez mieux que moi, car j'ai oublié le titre d'un certain nombre d'entre elles et beaucoup n'ont pas une grande valeur. Je revois actuellement les épreuves d'un troisième volume sur la flore carbonifère des Etats-Unis, celles d'un Synopsis des mousses d'Amérique et d'un petit livre (Principes de paléontologie végétale) pour le *Geological Survey* de l'Indiana. Après cela, je pense terminer ma carrière active, s'il m'est toutefois possible de le faire, car je dois travailler pour gagner mon pain.

« Excusez cette longue causerie. C'est votre faute. Si l'on demande à un vieillard de dire un mot sur sa personne, il fait tout un discours.

« Votre bien dévoué,

« L. LESQUEREUX. »

Nous n'ajouterons rien aux lignes qui précèdent : elles peignent admirablement dans leur simplicité notre savant compatriote, qui a honoré son pays d'origine autant par l'étendue de ses connaissances que par sa grande modestie.

Séance du 11 janvier 1894

RODOLPHE WOLF

NOTICE NÉCROLOGIQUE

PAR AD. HIRSCH, PROFESSEUR

Ce n'est pas une communication sur un sujet scientifique que je fais aujourd'hui à la Société; ce sont quelques mots de pieux souvenir que je désire prononcer en mémoire d'un des plus grands savants suisses, de Rodolphe Wolf, qui vient de mourir, le 6 décembre dernier, qu'un certain nombre d'entre vous ont eu le privilège de connaître personnellement et qui, par ses visites annuelles à Neuchâtel, où il présidait à l'Observatoire les séances de la Commission géodésique suisse, avait de nombreuses relations avec notre Société, dont il suivait toujours les travaux avec intérêt.

La figure de notre défunt collègue et ami est singulièrement attachante et instructive au point de vue scientifique, aussi bien que psychologique, par la combinaison des grandes qualités d'esprit et de caractère, qui en ont fait un savant des plus érudits et des plus respectés de notre époque, avec une simplicité d'allures et d'esprit, qui se reflétait dans ses habitudes d'une vie retirée et strictement réglée, dans la modestie presque craintive de son abord, et même dans sa manière de travailler.

Rodolphe Wolf a fourni la preuve frappante qu'un homme, sans être doué par la nature du génie créateur et prime-sautier qui caractérise les grands réformateurs des sciences, les Galilée, les Newton, les Laplace, peut parvenir à une position éminente et rendre les plus grands services au progrès des connaissances humaines, grâce à la persévérance obstinée d'un travail régulier et raisonné, et à la sincérité enthousiaste de son amour pour la vérité. Les sciences ne doivent pas à Wolf une de ces découvertes fondamentales qui transforment tout à coup notre manière d'envisager les phénomènes de la nature ; mais notre excellent et regretté confrère, en fouillant scrupuleusement et sans cesse, jusque dans les moindres détails, certaines questions, non seulement par ses propres observations, mais aussi en recherchant avec une prodigieuse érudition et en examinant avec une absolue impartialité tout ce qui a été publié sur le sujet dans tous les pays et dans tous les temps, a réussi à approfondir ces questions, à tirer des immenses matériaux ainsi rassemblés des conséquences remarquables par leur exactitude et quelquefois par la nouveauté des points de vue, enfin à fournir des bases solides pour des recherches ultérieures.

Comme exemple frappant de ce mérite particulier de Wolf, je citerai ses travaux sur les taches du Soleil, dont il a fait sinon l'unique, du moins le principal objet de ses études astronomiques. Vous savez que les taches solaires sont connues depuis le commencement du XVII^{me} siècle, où Scheiner le premier les a remarquées en 1611 ; Wolf ne les a donc pas découvertes ; il n'a pas non plus contribué essentiel-

lement à tirer au clair l'explication physique de ces singuliers phénomènes, qui se passent dans la photosphère du Soleil, et il n'a pas même pris une part prépondérante dans la discussion qui continue encore à notre époque parmi les astronomes et les physiciens, entre les adhérents de l'ancienne hypothèse de Galilée, reprise et appuyée, il y a une trentaine d'années, par la grande autorité de Kirchhof, envisageant les taches comme des nuages flottant dans l'atmosphère solaire, et entre la théorie de Wilson, adoptée par la majorité des astronomes, d'après laquelle elles seraient des déchirures sous forme d'entonnoirs coniques, produites dans la couche des brouillards lumineux qui forment la photosphère, par suite de l'éruption de puissants courants de gaz qui sortent de l'intérieur du Soleil à une très haute température.

Wolf s'est attaché plutôt particulièrement à un point spécial de ce phénomène, savoir à la périodicité avec laquelle les taches se produisent sur le Soleil, se montrant tantôt en très grand nombre, et dans d'autres années, ordinairement sept ans plus tard, en nombre fort réduit, pour reproduire, onze ans après le maximum précédent, un nouveau maximum. La découverte de cette remarquable période des taches n'appartient pas non plus à Wolf; c'est déjà en 1843 que Schwabe fit la remarque qu'il y a des années très riches et d'autres assez pauvres en taches, et il évalua même à peu près à dix ans la longueur de cette période.

Mais cette observation de l'astronome de Dessau était restée passablement isolée, sans attirer beaucoup l'attention des astronomes, lorsque Wolf com-

mença à s'en occuper en 1852, pour en faire l'objet de ses observations et de ses recherches pour ainsi dire de tous les jours, pendant plus de quarante ans, jusqu'à sa mort. Non seulement il observa le Soleil, chaque jour qu'il fut visible, au moyen d'une petite lunette astronomique qu'il avait toujours sur lui, pour compter et enregistrer les groupes et les taches isolées; mais, en outre, il rechercha dans tous les ouvrages astronomiques, dans les archives et les bibliothèques des observatoires, dans les revues, etc., les moindres traces d'observations analogues, de sorte que depuis le milieu du dernier siècle surtout, Wolf a réuni et publié dans ses *Astronomische Mittheilungen*, dont il a paru plus de quatre-vingts fascicules, toutes les données qui existent sur la matière. Mais il ne s'est pas borné à collectionner cette énorme masse de matériaux, comprenant une *trentaine de milliers* d'observations; il les a soumis à une critique serrée et à des réductions multiples pour les rendre comparables entre elles; il a introduit ses *Relativzahlen* (nombres relatifs), calculés d'après la formule $r = a (10 \times g + f)$, dans laquelle a représente un facteur dépendant de la puissance de l'instrument employé pour chaque observation, g le nombre des groupes et f le nombre des taches isolées. De cette manière, Wolf est parvenu à établir une période de $11\frac{1}{9}$ ans, en fixant la série des maxima et minima avec une exactitude de $\pm 0,5$ an. En outre, il a rendu probable qu'à cette période s'en superpose une autre, plus grande, de $55\frac{1}{2}$ ans environ, mais dont il appartient à l'avenir de déterminer la longueur exacte.

Et chose surtout remarquable et méritoire, Wolf a démontré l'identité de cette période des taches solaires avec une période également de onze ans, qui s'observe dans les phénomènes du magnétisme terrestre, surtout pour la *variation magnétique* et pour la fréquence des *aurores boréales* qui, d'après l'hypothèse de De la Rive, sont produites par l'électricité atmosphérique, transportée de l'équateur aux pôles à travers les régions supérieures de l'atmosphère.

Cette remarquable analogie entre la périodicité de phénomènes qui se passent à trente-sept millions de lieues de distance est tellement serrée, les maxima et les minima des taches et des variations et perturbations du magnétisme terrestre coïncident si exactement, que Wolf a pu calculer d'avance et publier, d'après le nombre des taches solaires observées pendant l'année, la valeur de la variation magnétique qui devait être observée dans cette même année à certains endroits (à Munich, par exemple), et ses prédictions se sont presque toujours vérifiées à très peu près.

De cette manière, Wolf a apporté, par son infatigable travail, une importante pierre à la construction moderne de la théorie qui voit dans l'électricité un mouvement ondulatoire du même milieu et de nature semblable à ceux qui produisent la lumière et la chaleur.

Mais, plus encore que par ses propres observations et découvertes, Wolf s'est distingué par son érudition exceptionnelle comme professeur enseignant, et surtout comme auteur de traités et manuels, remarquables par la richesse des matières qu'ils contiennent, par la concision avec laquelle elles sont traitées

et par l'exactitude des développements géométriques et des données numériques.

En 1852 déjà, à l'âge de trente-six ans, Wolf, alors directeur du petit observatoire de Berne, a publié son *Taschenbuch der Mathematik, Physik, Geodäsie und Astronomie* (Manuel de mathématiques, de physique, de géodésie et d'astronomie), qui a été si bien apprécié par les générations successives des étudiants, que l'auteur en a dû faire paraître plusieurs éditions.

C'est également à Berne que Wolf s'est déjà adonné avec ardeur aux recherches sur l'histoire des sciences et des savants en Suisse, dont les résultats ont été publiés dans quatre volumes qui portent le titre de *Biographien zur Kulturgeschichte der Schweiz* (Biographies servant à l'histoire de la civilisation en Suisse).

Mais c'est à Zurich surtout, où il a été appelé en 1855 comme professeur d'astronomie à l'Ecole polytechnique et à l'Université, et pour diriger le nouvel Observatoire construit d'après ses indications, que l'activité de Wolf s'est développée dans tout son essor. C'est ici qu'il a fait paraître son ouvrage principal : *Handbuch der Astronomie* (Traité d'astronomie), qui constitue un véritable dictionnaire des sciences astronomiques, très utile à consulter pour obtenir des renseignements historiques et théoriques sur tous les sujets se rattachant à l'astronomie, traitée ici dès ses origines antiques et avec tous les développements qu'elle a reçus à l'époque moderne dans tous les pays. Cet ouvrage aussi a été si bien apprécié par le monde savant, que Wolf, après l'avoir complété par une foule de données recueillies constamment avec son zèle infatigable, et en le mettant à jour en y

faisant entrer les travaux et découvertes des trente dernières années, en a publié une nouvelle édition, dont le dernier volume a paru un an avant sa mort.

C'est surtout dans l'*Histoire de l'Astronomie* que Wolf a montré une véritable supériorité, reconnue du reste généralement. Aidé par une puissante mémoire, que Wolf a eu soin, dès sa jeunesse, d'entraîner et d'appuyer par la collection systématique de notes concernant tous les faits et toutes les données même d'importance secondaire, notes qu'il a toujours classées méthodiquement, le savant professeur est arrivé à posséder mieux qu'aucun autre astronome de notre époque, et jusque dans les moindres détails, tout ce qui a été publié sur les sciences astronomiques. Guidé par un respect scrupuleux de la vérité historique, Wolf ne s'est jamais laissé influencer par les opinions reçues et a souvent tiré au clair l'histoire de certaines découvertes; il a fonctionné, pour ainsi dire, dans les questions de priorité scientifique, comme un juge impartial, appuyant son verdict sur des documents authentiques, et tout en attribuant, peut-être sans s'en douter, une importance trop grande à quelques petits faits observés dans le temps par un compatriote inconnu jusqu'alors et qu'il avait eu la joie de dénicher quelque part, Wolf ne s'est cependant jamais laissé influencer dans ses opinions par des préférences soit personnelles, soit nationales.

Les mêmes mérites que nous venons de reconnaître à l'histoire de l'Astronomie, se retrouvent également dans son *Histoire des Mesures géodésiques en Suisse* (*Geschichte der Vermessungen in der Schweiz*), ouvrage qui figure comme introduction aux volumes des publications de la Commission géodésique suisse.

S'il est vrai que Wolf n'a pas contribué personnellement, dans une mesure étendue, aux travaux d'observations et de calculs de cette Commission — il a cependant exécuté avec ses collègues quelques déterminations télégraphiques de longitude pour relier l'Observatoire de Zurich à des observatoires voisins, — il lui a rendu de grands services en présidant ses séances avec tact et impartialité, de même qu'il a contribué efficacement à organiser et à diriger, surtout dans les débuts, les observations et les travaux météorologiques suisses.

En somme, la disparition de cet infatigable travailleur ne constitue pas seulement une perte douloureuse pour ses nombreux collègues et amis qui se sont rencontrés à ses obsèques, auxquelles la population de Zurich a assisté en foule, mais aussi une perte sensible pour la Suisse, dont il a contribué grandement à augmenter la réputation scientifique, et enfin pour la science elle-même, à laquelle il a rendu de nombreux et réels services. On peut affirmer que le vide laissé par la mort de Rodolphe Wolf ne sera pas facilement comblé.





Louis Coulton.

LOUIS DE COULON

1804-1894

PAR L. FAVRE, PROFESSEUR

Il y aura bientôt quarante ans, c'était le 30 juillet 1855, la Société helvétique des sciences naturelles était réunie à la Chaux-de-Fonds. Après le discours du président, Célestin Nicolet, qui déclarait ouverte la 40^{me} session, l'assemblée entendit la lecture d'une notice présentée par notre éminent compatriote, M. Félix Bovet, sur P.-L.-A. de Coulon, décédé dans le mois de mars précédent. Cette notice ¹, trop peu connue, et qui mériterait d'être reproduite dans une de nos publications, retraçait avec beaucoup de vivacité et de talent la carrière si utile de cet homme de bien, qui a coopéré avec un rare dévouement à des créations importantes, en particulier à celle de notre Musée, de notre Société dont il fut le premier président, de la Caisse d'Epargne et d'autres encore, objets de son infatigable initiative ². Je me souviens du silence

¹ Elle fut reproduite par la *Revue Suisse* de 1855 et a été adoptée, avec traduction allemande en regard, comme livre de lecture dans les écoles de Winterthour. J'y fais de nombreux emprunts.

² La création de notre Caisse d'Epargne, en 1812, est due à la Société du Jeudi, sous l'initiative de Frédéric de Chambrier, président du Conseil d'Etat. P.-L.-A. Coulon s'occupa pendant près de trente années et gratuitement de ce grand établissement, dont il était à la fois le directeur et le teneur de livres. (Comm. par M. Félix Bovet.)

respectueux avec lequel nos confédérés écoutèrent cette lecture, et des félicitations qu'ils nous adressèrent d'avoir le bonheur de posséder de tels citoyens, qui nous donnaient des exemples si remarquables de désintéressement et de patriotisme.

Aujourd'hui, c'est de son fils, qui fut notre président pendant un demi-siècle, que je dois vous entretenir: je le fais avec un sentiment mêlé de regret et de piété filiale, car j'aimais Louis de Coulon, non pas seulement comme un collègue, mais comme un père. Je voudrais avoir la plume de mon ami Félix Bovet pour parler dignement de celui qui a tant fait pour notre Société, pour le Musée, pour notre ville de Neuchâtel. Nous avons travaillé ensemble pendant quarante années, et jamais dans nos rapports fréquents le moindre nuage ne s'est élevé entre nous; sa bonté fut inaltérable, comme son dévouement, comme son activité, et, je le déclare sans détour avec une vive reconnaissance, son exemple fut pour moi une lumière et un enseignement.

Avec nos mœurs républicaines, exaltées encore par la période de réorganisation qui a suivi 1848, jamais une voix ne s'est élevée dans notre Société pour demander un changement dans la personne du président. Dans les moments de la plus vive excitation politique, nous sommes venus nous ranger autour de lui comme autour de notre drapeau, sans qu'il ait jamais entendu un mot exprimant autre chose qu'un affectueux respect. Nous l'avons conservé à notre tête aussi longtemps qu'il a pu assister à nos séances, nous souvenant que, dans les heures de crise, il n'avait jamais bronché. Il y eut des moments où il se trouvait presque seul à son poste. Croyez-vous qu'il en ait conçu

de l'aigreur ? Il était avant tout l'homme du devoir, il était chrétien ; son âme dominait les dissentiments politiques et il accueillait avec la même cordialité les représentants de tous les partis, pourvu qu'ils eussent du zèle, de la droiture, de l'activité. Mais les paresseux, il les vomissait de sa bouche.

En 1848, il ne bouda pas le régime nouveau, et accepta sa nomination de membre du Conseil administratif de la Bourgeoisie de Neuchâtel, où il siégea avec son ami H. Ladame. Il y exerça une heureuse influence.

Pour se tenir à une telle hauteur sereine, pour déployer une telle énergie, une constance si inébranlable, il faut de la race, il faut sortir d'une souche généreuse ; de si rares vertus doivent être une tradition de famille. En effet, son grand-père Paul était un de ces huguenots qui fuyaient devant les dragons du roi de France pour conserver leur foi et la dignité de leur conscience. Originaire de Cornus, en Rouergue, P. Coulon s'était réfugié à Genève en 1745, et se distingua à tel point dans la maison de commerce où il avait été accueilli, qu'il fut appelé à Neuchâtel par le célèbre négociant et financier Jacques-Louis de Pourtalès qui, bientôt, en fit son associé. Chose à relever, Paul Coulon put recueillir dans sa maison, pendant la Terreur, les fils fugitifs de l'officier de dragons, auquel il avait échappé à grand'peine quarante ans auparavant. J'ajoute qu'il était parent du comte d'Echerny, qui fit de longues visites à J.-J. Rousseau, à Môtiers, et nous a laissé des détails curieux sur ce grand écrivain.

Louis Coulon est né à Neuchâtel le 2 juillet 1804. Dès ses jeunes années, il manifesta un goût prononcé pour l'histoire naturelle ; il recueillait avec soin les insectes, les plantes, les fossiles, et il avait un grand mérite à le faire, attendu que rien de ce qui y touche n'était enseigné à Neuchâtel, où il fit ses premières études. Mais il avait ce qui manque à beaucoup de jeunes gens, l'exemple de son père, qui, à des travaux d'un autre genre, alliait l'activité d'un naturaliste, et nourrissait, dès le commencement de notre siècle, le secret désir de fonder un musée, sans savoir où ni comment. Dans leurs courses de la ville au *Roc*, propriété de famille au-dessus de Cornaux, ils rencontraient une foule d'objets qui devenaient un sujet de conversation et d'étude et allumaient chez le futur naturaliste un feu qui ne s'est jamais éteint.

Avant de se rendre à Paris en 1824, il fit en 1822 un séjour à Mannheim pour apprendre l'allemand. Là, il faisait avec ses professeurs et avec d'autres jeunes gens, ses condisciples, des excursions fréquentes d'où ils rapportaient des plantes, des insectes, des coquilles, que l'on déterminait et qui devenaient le noyau de collections intéressantes.

A Paris, il étudia avec une ardeur extrême, sous les hommes les plus distingués, les diverses branches de l'histoire naturelle ; il y était en même temps qu'Henri Ladame, externe à l'Ecole polytechnique, avec qui il se lia d'amitié. Les professeurs qui enseignaient alors étaient Etienne Geoffroy-Saint-Hilaire, Blainville, Lamarck, Lacépède, Duméril, Valenciennes, pour la zoologie ; de Jussieu (Antoine-Laurent), Desfontaines, Achille Richard pour la botanique ; Beau-

dant, Brongniart pour la minéralogie et la géologie. Il y avait sans doute aussi Cuvier, mort en 1832, mais M. Auguste de Montmollin, qui se trouvait avec lui en 1828 à Paris, où il suivait comme externe les cours de l'Ecole polytechnique, affirme que L. Coulon n'a pas suivi ses leçons.

Il est probable qu'il s'exerça aussi au dessin et à la peinture à l'aquarelle, si nécessaire au naturaliste et qui lui rendit des services inappréciables, comme nous le verrons plus tard.

A son retour à Neuchâtel, il fit partie des conseils et de l'administration de la Bourgeoisie, dont les forêts, placées sous sa direction, comptèrent bientôt parmi les mieux entretenues et les plus belles du canton. Mais ces occupations, quelque fatigantes qu'elles fussent par les courses fréquentes qu'elles nécessitaient, ne l'empêchaient pas de se livrer avec ardeur à l'organisation du Musée, en collaboration avec son père.

Celui-ci avait conçu, déjà en 1815, de concert avec le baron de Buren, de Vaumarcus, ardent botaniste, l'idée d'une société pour l'avancement des études. L'hôtel Dupeyrou, alors appelé *Hôtel du Prince*, aurait été érigé en Musée national; on y aurait formé des collections d'histoire naturelle et d'objets d'art; le beau jardin, s'étendant autrefois de la route de la Gare au lac, serait devenu un jardin botanique. Mais le moment était peu propice; les charges extraordinaires qui pesaient sur Neuchâtel par suite de la guerre et du changement de régime, du prince Berthier au roi de Prusse, n'avaient pas permis de réaliser ce projet pour lequel ils avaient cependant déjà réuni 25000 livres.

Deux ans plus tard, se trouvant à Nice, les deux amis herborisèrent ensemble, récoltèrent des coquillages, des crustacés, des poissons que M. Coulon avait appris à préparer et qui furent la base de notre Musée. On y ajouta les collections rapportées de l'Inde, et données par le général de Meuron, une partie de l'herbier du botaniste français L'Héritier (acheté de compte à demi avec de Candolle); enfin, vers 1837, on acheta avec l'aide de l'Etat les collections d'Agassiz.

Ce Musée fut l'occupation passionnée de toute la vie de Louis Coulon, et, on peut le dire, sa principale ambition; avec quelle joie il en faisait voir les salles et les objets les plus intéressants! Chaque fois que je le rencontrais, il me montrait des oiseaux qu'il venait d'empailler et qu'il portait au Musée, ou m'annonçait, sans transition, les dons qu'il venait de recevoir, les acquisitions nouvelles pour lesquelles le crédit annuel était invariablement insuffisant. Quand les fonds manquaient, il faisait comme son père lorsqu'il fut caissier de notre Société, il comblait les déficits. Il n'a cessé de l'enrichir, imitant en cela l'exemple de son ami Peter Mérian, à Bâle. Les Neuchâtelois, missionnaires ou commerçants, qui entreprenaient un voyage lointain, étaient sollicités par lui d'envoyer ou de rapporter tels objets qu'il leur désignait; il leur donnait les instructions nécessaires, leur apprenait à empailler, les fournissait de bocaux et des ingrédients indispensables. Il avait le don de leur communiquer son enthousiasme. Un de ses frères, au bord du lac de Genève, lui tournait les supports de ses oiseaux empaillés et les envoyait par centaines. Que de richesses sont ainsi venues prendre place sur les rayons de nos

vitrines et donner à nos collections une importance qu'on nous a souvent enviée. On peut juger du nombre et de la variété de ces collaborateurs improvisés, en parcourant nos salles et en lisant sur les étiquettes, presque toutes écrites de la main de M. Coulon, les noms des donateurs et des contrées qu'ils ont parcourues. Parfois ce qui n'avait été qu'une affaire de complaisance ou de devoir patriotique, se transformait peu à peu en un goût prononcé pour la science. J'en pourrais citer plusieurs exemples.

« Ce ne sont pas essentiellement les dotations, ou les subventions accordées par les autorités de la ville, qui nous ont permis de donner ce développement à nos collections — dit M. L. Coulon, dans son discours à la Société helvétique réunie à Neuchâtel en 1866 ; — c'est plutôt le patriotisme de nos concitoyens, qui n'ont négligé aucune occasion de nous venir en aide ; ils l'ont fait soit par des contributions volontaires en argent, soit en collectant eux-mêmes dans les contrées qu'ils ont été appelés à parcourir. Le Neuchâtois, comme ses confédérés, ne craint pas de s'expatrier et de travailler à acquérir une fortune qui lui permette de revenir jouir de l'aisance due à son activité. Il y a ainsi de nos compatriotes dispersés dans toutes les contrées du globe, et ils se font une joie de nous rapporter à leur retour des objets précieux, que nos ressources ne nous permettraient pas d'acquérir. »

Nos chasseurs et pêcheurs indigènes avaient pris l'habitude d'apporter à M. L. Coulon leurs prises rares ; il les accueillait toujours avec bonté et savait les encourager en dirigeant leurs recherches vers les objets désirables. Un chasseur et empaillleur émérite,

le capitaine Vouga, de Cortaillod, qui a laissé une complète et admirable collection d'oiseaux d'Europe¹, eut avec lui des rapports fréquents, utiles à tous les deux.

Pourtant les choses n'allèrent pas toujours aussi facilement, et un naturaliste, le Dr J.-J. de Tschudi, de Glaris, voyageant pour le compte de notre Musée, se trouva dans les régions les plus sauvages des Andes du Pérou, dans des circonstances si dramatiques², qu'il fit passer à Louis Coulon des nuits sans sommeil. Invité à faire, gratuitement, le tour du monde sur un navire de la maison de commerce Grenus & C^{ie}, de Genève, il fut abandonné sur les côtes du Pérou et réduit à se tirer d'affaire, comme le bouc de La Fontaine laissé au fond du puits. Je reviendrai, si le temps me le permet, sur ce voyage peu connu.

Malgré des contrariétés de toute nature, Tschudi rapporta de cette expédition des spécimens appartenant aux divers embranchements du règne animal, dont plusieurs étaient des raretés insignes. « C'est ce qui a procuré à notre petit Musée — dit L. Coulon, dans le discours dont je viens de parler, — l'honneur de faire connaître à des savants étrangers des espèces nouvelles, qu'ils ont décrites dans leurs ouvrages. Même le directeur d'un des grands musées de l'Europe nous a demandé communication d'espèces qui lui étaient nécessaires pour ses travaux et qu'il ne possédait pas. Et ce qui est plus extraordinaire encore, des savants américains eux-mêmes nous ont adressé les mêmes demandes. »

Mais ce Musée n'avait pas toujours été logé dans

¹ Aujourd'hui à Lausanne.

² En 1839, pendant la guerre Pérou-Chili.

les belles salles qu'il occupe aujourd'hui. Je me souviens de l'avoir vu tout entier renfermé dans une salle de la *Maison des Orphelins*, devenue l'Hôtel communal, et ce n'était pas brillant. C'est là qu'Agassiz conduisait ses élèves avant 1837. MM. Coulon l'avaient improvisé à la hâte pour les cours d'histoire naturelle inaugurés en 1832.

* * *

Ici se place un des événements principaux de la vie de Louis Coulon ; il suffirait à lui seul pour mettre son nom en vue et le rendre inséparable de celui d'Agassiz.

C'est à lui, à son initiative, que la science doit l'établissement d'Agassiz à Neuchâtel ; L. Coulon lui a fourni les moyens de mettre en lumière ses talents de professeur, et lui a procuré un asile tranquille pour élaborer et publier son grand ouvrage sur les *poissons fossiles*, qui devait servir de complément aux travaux immortels de Cuvier sur la paléontologie.

Le jeune et bouillant Vaudois, qui sortait des universités allemandes avec ses diplômes de docteur en médecine et en philosophie, et des travaux qui avaient déjà attiré sur lui l'attention des savants les plus illustres, en particulier d'Alex. de Humboldt, ne savait trop que faire, son canton d'origine ne lui offrant aucun avenir. D'un côté ses parents, qui avaient fait pour ses études des sacrifices considérables, eu égard à leur situation modeste (le père était pasteur à Concise), désiraient le voir s'établir comme médecin pratiquant, n'importe où, pourvu qu'il pût gagner sa vie. De l'autre, son goût et les aspirations de son génie le poussaient vers la carrière scientifique, où

il voyait de vastes champs non encore explorés, cachant de brillantes découvertes. Mais pour cela il lui fallait des loisirs, des encouragements, surtout de l'argent, le nerf de la guerre et de la science. Ses parents de Neuchâtel se remuaient pour lui procurer ce qu'il désirait, mais sans résultat. Il fallut l'intervention héroïque de Louis Coulon pour aplanir les difficultés que rencontrait la création de cette chaire d'histoire naturelle, qu'il appelait de ses vœux, mais que les autorités de la ville ne pouvaient se décider à voter¹, tant elle était en désaccord avec leurs préjugés. Rompre avec la tradition des études classiques leur semblait un sacrilège, et si le mot *radical* eût été en usage à cette époque, on l'eût appliqué à Louis Coulon. Cela vous fait sourire, mais n'oublions pas que nous sortions alors d'une révolution violemment vaincue, qui avait exalté la résistance à tout ce qui semblait être une innovation. Un novateur était un révolutionnaire. Aussi pendant trois ans la chaire du nouveau professeur, inaugurée le 12 novembre 1832, ne fut que provisoire; son modeste traitement de 2000 francs provenait d'une souscription ouverte par L. Coulon et colportée par lui de porte en porte avec cette intrépidité calme, mais irrésistible, de l'homme convaincu qui opère des miracles. Il avait deviné en Agassiz un homme selon son cœur; il eût enduré le martyre pour le fixer au milieu de nous, pour l'avoir à ses côtés et faciliter l'essor de cette brillante intelligence si remplie de promesses.

¹ Un des motifs de refus ou de renvoi était le déficit de 14000 fr. dans les finances de la Bourgeoisie, causé par la construction du Gymnase et les événements politiques de l'année précédente 1831. Ce déficit paralysait les courages.

Les leçons se donnaient dans une salle de l'hôtel-de-ville.



L'inauguration des collections dans le Musée actuel fut marquée par un événement important pour nous, la réunion, à Neuchâtel, de la Société helvétique en 1837, chose qu'on n'eût pas crue possible quelques années auparavant, et qui nous fit prendre en sérieuse considération par nos confédérés.

C'est que, à peine établi à Neuchâtel, la ville endormie s'il en fut, Agassiz sentit le besoin de la réveiller, de lui fouetter le sang, et dans cette entreprise il trouva des auxiliaires résolus. A Louis Coulon se joignirent son père, son beau-frère, M. Aug. de Montmollin, Henri Ladame, le Dr Borel, le professeur de mathématiques de Joannis. La première réunion eut lieu le 6 décembre 1832, chez M. Coulon père, chargé provisoirement de la présidence. Le discours d'ouverture prononcé par Agassiz exposait le but de la Société : « Créer un foyer de culture et de vie intellectuelle qui féconde l'enseignement, les travaux de l'industrie, des arts et de l'agriculture. Chacun apportera le résultat de ses observations, un résumé de ses lectures et de sa correspondance. »

Le principe fécond de l'enseignement mutuel et le libre échange des vues personnelles étaient à la base de cette association.

Dans la seconde séance, du 18 décembre, on discuta un projet de règlement qui fut adopté. On devait se réunir deux fois par mois du 1^{er} novembre au 1^{er} mai, et seulement une fois le reste de l'année. La contribution fut fixée à 3 francs. Ce premier pas

fait, les adhésions arrivèrent nombreuses et le succès fut complet.

Telle est l'origine de notre Société, dont l'existence fut bientôt attachée à celle de Louis Coulon qui en devint le président¹, après son père, chez qui elle s'assemblait dans l'origine, et après le Dr Borel, qui ne le fut pas longtemps, mais qui devint vice-président pour de longues années. Dès que le Gymnase eut été inauguré solennellement en 1835 et qu'on y eut installé les classes, dispersées jusqu'alors dans tous les coins de la ville, notre Société y fut gracieusement accueillie dans la salle des séances de la Commission d'éducation.

Ainsi organisée et pour affirmer son existence, déjà manifestée par la publication d'un gros volume de *mémoires*, elle entreprit une chose énorme; elle invita la Société helvétique à tenir à Neuchâtel sa 22^{me} session. C'est ainsi que le 24 juillet 1837 nos confédérés, au nombre d'environ cent cinquante, firent leur entrée dans notre ville, qui se mit en quatre pour leur faire fête. Agassiz présidait et prononça avec un superbe enthousiasme un discours qui fit époque par la proclamation de la *théorie glaciaire*, que ses auteurs, le Valaisan Venetz et J. de Charpentier, ne parvenaient pas à faire prendre au sérieux. Parmi les savants étrangers se trouvaient Elie de Beaumont et Léopold de Buch, qui protestèrent énergiquement contre ces hardiesses folles. Le début de ce discours est curieux, permettez-moi d'en citer quelques lignes : « Depuis

¹ Louis Coulon avait 33 ans, Agassiz juste 30 ans. Celui-ci avait en partage la beauté, la force, l'éloquence et cette fascination du regard qui lui gagnait tous les cœurs.

longtemps ¹ les membres de la section neuchâteloise de notre Société désiraient avec impatience voir arriver le moment où ils pourraient inviter leurs confrères de toute la Suisse à se réunir chez eux. Des circonstances indépendantes de leur volonté, et en particulier la construction du nouvel édifice dans lequel nous sommes réunis, et qui devait recevoir tout ce que la ville possède de collections scientifiques, les ont forcés à décliner cet honneur jusqu'à ce qu'ils pussent le faire convenablement, et mettre sous ses yeux au moins une partie des collections. Encore aujourd'hui, malgré toute l'activité qu'y a mise notre président, M. L. Coulon, l'infatigable directeur de notre Musée, il n'y a qu'une faible partie des collections qui soient rangées; c'est même à la hâte qu'elles ont été déposées dans le local qui doit les recevoir et que les ouvriers n'ont pas encore quitté. Nous réclamons donc toute votre indulgence pour ce que vous verrez. Mais, du moins, comptez sur le plaisir que nous avons à vous recevoir ici, et soyez persuadés que nous attachons un grand prix à vous voir chez nous.»

M. L. Coulon m'a souvent parlé de ces trois jours mémorables, pendant lesquels tout ce que la Suisse renfermait de savants s'était donné rendez-vous dans notre ville, pour se communiquer leurs travaux, leurs recherches, leurs découvertes. Il me rappelait surtout en riant sa détresse, lorsque la veille du 24 juillet, Agassiz, qui l'avait aidé à recevoir les arrivants, lui dit en le quittant : « Il faut maintenant que je songe à mon discours d'ouverture dont je n'ai pas encore écrit une ligne.

¹ Elle existait depuis moins de cinq ans.

— Malheureux ! vous ne serez pas prêt.

— La nuit y pourvoira. »

* * *

Vous avez entendu que toutes les collections n'avaient pu encore être mises en ordre dans le Musée. Où étaient-elles donc ? Dans les combles de la maison Coulon, combles si vastes que je m'y égarais à la recherche de notre président, lorsque mes fonctions de secrétaire, puis de vice-président de la Société m'appelaient auprès de lui. Ces combles immenses servaient de musée, de bibliothèque, d'atelier, de débarras universel, d'arche de Noé ; c'est là que M. Coulon travaillait à ses préparations, à ses empaillages, à ses dissections, à la mise en place des insectes, mouches, papillons, coléoptères dans leurs cadres vitrés. Vêtu d'une courte veste ronde de drap gris, ceint d'un grand tablier à plastron, il était à sa besogne depuis l'aube, et ne se dérangeait pas pour me répondre, ne voulant pas perdre une minute. Il avait déjà empaillé cinq ou six oiseaux avant son déjeuner. Le 2 avril 1832, il écrivait à C. Nicolet : « J'ai préparé 350 individus cet hiver. » — C'est là qu'il donnait audience¹ à ses bûcherons, à ses charretiers, aux marchands de bois, à tous les ouvriers qu'il employait dans les forêts de la Bourgeoisie de Neuchâtel, dont il avait la direction. Jusqu'en 1873, chaque bourgeois résidant en ville recevait comme répartition une demi-toise de sapin, qu'on déposait à sa porte. Il y en avait des centaines et ce détail de son administration, les coupes dans les forêts, les

¹ Souvent à 5 heures du matin.

enchères de bois, la réparation des chemins, le reboisement, les semis, les plantations, lui donnaient bien du tracas.

Lorsque le Musée n'avait pas d'occupation pressante, il donnait congé au directeur et, prenant le bâton ou la hachette du forestier, il partait pour les bois. Les forêts de la Commune ne sont pas uniquement sur la montagne de Chaumont, mais elle en a de fort belles aux Joux, entre les Ponts et la Chaux-du-Milieu. C'est dans ces courses qu'il avait contracté le pas montagnard, avec flexion des genoux et balancement du corps, peu élégant, mais qui permet de gravir plus facilement les grandes rampes. Il allait ainsi surveiller ses ouvriers, visiter les coupes à entreprendre, compter les toises et les demi-toises, les tas de fagots et d'écorces dont il devait lui-même soigner la vente et retirer le prix. Que d'aventures et que de trouvailles de toute sorte durant ces courses ! Une fois ses bûcherons, avec des allures mystérieuses, le conduisent dans un fourré, où ils lui montrent une grosse poule de bruyère, couchée sur ses œufs qu'elle couvait avec une tendre sollicitude. Elle ne s'envola pas, malgré cette visite indiscrete. Emu à cette vue, M. Coulon tire cinq francs de sa bourse et les tend à ses hommes : « Tenez, dit-il, c'est pour vous, mais je mets cet oiseau sous votre protection. » Quelques jours plus tard, il apprit que ces braves gens avaient tué d'un coup de fusil la pauvre mère sur ses œufs, et l'avaient vendue.

Ce fut pour lui un terrible crève-cœur.

Une autre fois il remarqua qu'on dérobaît du bois sur les demi-toises préparées le long du chemin de

la Châtellenie. Il résolut de guetter le soir et de grand matin pour surprendre les voleurs. Un soir donc il cheminait sans bruit dans la région visitée par les pirates, quand, tout à coup, il croit voir un homme en blouse arrêté près d'un de ses tas de bois. L'homme ne bougeait pas et se tenait sans doute sur ses gardes. La nuit s'avavançait, il fallait prendre une décision. M. Coulon court sans balancer sur le drôle, qui lui tournait le dos, et lui met la main sur l'épaule : « C'est vous qui prenez mon bois; qui êtes-vous ? »

Point de réponse, mais l'homme tourne sur lui-même et lui montre la face bleue et convulsionnée d'un pendu.

Qu'eussiez-vous fait, là, tout seuls, dans les bois, avec la nuit en perspective, et ce malheureux qui se balance au bout de sa corde ?

L'humanité parle avant la frayeur; M. Coulon coupe la corde et cherche à rappeler ce pauvre corps à la vie. Après quoi, voyant l'inutilité de ses efforts, il descend en ville avertir la justice de paix qui l'oblige à remonter sur le lieu du sinistre, pour faire régulièrement la levée du corps.

Autrefois, dans notre canton, on ne s'inquiétait guère du reboisement; on rasait les forêts un peu trop au hasard et on laissait au temps le soin de combler les vides. M. Coulon, au contraire, ne coupait les arbres qu'au moment voulu et mettait son honneur à entreprendre des plantations qu'il dirigeait avec la persévérante obstination du vrai forestier, que les insuccès ne décourageaient pas, et qui veut triompher des obstacles. Il mettait lui-même la main à l'œuvre, et ceux qui l'ont vu en tablier de cuir, la hache ou la scie à la main, travailler dans sa forêt de

Chaumont, ne pouvaient douter de ses aptitudes pratiques.

* * *

En 1843, L. Coulon apprend avec une vive satisfaction que l'ardeur pour la science, qui débordait à Neuchâtel, se communiquait à la Chaux-de-Fonds, où une section de la Société venait de naître et produisait déjà d'intéressants travaux. Sa joie se manifeste dans la lettre de bienvenue qu'il écrivit à cette occasion et qui est signée de son nom et de celui d'Ed. Desor, secrétaire. Il voyait déjà ce beau feu se propager de proche en proche dans tout le pays. Ce fut une des plus douces surprises de sa vie.

Mais cette joie ne fut pas de longue durée ; trois ans après, en 1846, Agassiz partait pour l'Amérique, chargé par le roi de Prusse d'une mission scientifique. Les événements de 1848 le contristèrent encore davantage, non pas seulement par le changement de régime politique, mais par le désarroi où la suppression de l'Académie, le départ de ses amis, Guyot, Léo Lesquereux, F^s de Pourtalès, la retraite de Dubois de Montperreux et de bien d'autres, mettaient la Société des sciences naturelles, qui longtemps ne battit que d'une aile et fut des années à se relever de ce coup.

En 1855, il eut la douleur de perdre son père, dont le souvenir est rappelé par la notice de M. Félix Bovet, par un portrait de Dietler, gravé par Ed. Girardet (sa première gravure) et par un buste du fameux sculpteur Schlöth.

Une autre déception l'attendait : Le 18 mai 1858, il écrivait à C. Nicolet, à la Chaux-de-Fonds : « Vous avez sûrement vu dans les journaux que nous avons envie à Neuchâtel d'acheter la collection Challandes (groupes d'animaux alpestres) dans le but d'en doter notre ville. Pour cela, nous avons imaginé une société par actions de 250 francs, remboursables par tirage au sort, avec intérêt au 5⁰/₀, qui sera payé par la finance d'entrée. On espère que, si la chose marche bien, toutes les actions seront remboursées au bout de douze ans, époque à laquelle la collection appartiendrait à la Bourgeoisie et tomberait dans le domaine public comme les autres collections.

« Pour donner suite à cette affaire, nous avons encore besoin d'une quarantaine d'actions, et je viens vous demander si vous seriez disposé à en prendre une, ainsi que vos amis. Bien entendu que les actionnaires, ainsi que les élèves des écoles publiques du canton, auraient leurs entrées gratuites.

« La Bourgeoisie nous promet 10 000 francs et l'Etat 5000 francs. Vous comprenez, Monsieur, l'intérêt qu'il y aurait pour notre ville d'avoir une collection d'animaux uniquement suisses et groupés d'une manière intéressante, représentant leurs mœurs et leurs diverses mues, ce qui ne se voit encore nulle part. Pour l'installer, la Bourgeoisie nous accorderait trois salles dans le collège des jeunes filles, aux Terreaux. »

Cette malheureuse affaire du Musée Challandes, lancée par des faiseurs, fut pour M. Coulon une source de déceptions et d'ennuis. Elle avait coûté 60 000 francs et les actions ne rapportèrent jamais grand'chose. Même le fameux Challandes, qui était

forestier dans les Grisons, ayant réussi à vendre sa collection, entreprit d'en créer une seconde, enfreignant ainsi une des conditions du contrat qui le lui interdisait formellement. Il fut condamné à restituer 15 000 francs. — Dès lors les pauvres ours, bouquetins, lœmmergeyer, chamois et marmottes ont perdu bien des plumes et des poils, image des plumes qu'y ont laissées ceux qui, comme L. Coulon, avaient donné de bonne foi dans ce mirage de dividendes.

Passons à une autre aventure singulièrement introduite, passablement romanesque, mais dont le dénouement dépassa toutes les espérances. Il y avait dans l'ancien Musée historique une pièce curieuse, le hausse-col dit de François I^{er}, portion d'armure princière, d'un travail superbe, en fer repoussé et doré, qu'on attribuait à Benvenuto Cellini. Il avait été donné au Musée par M. de Rougemont, qui l'avait acheté je ne sais de qui pour le prix de 12 000 francs. Tel quel, ce fragment splendide semblait mal à l'aise au milieu d'objets ethnographiques d'une nature bien différente, et peu de gens étaient en état d'en comprendre la valeur. Un jour, en 1862, certain brocanteur se présente chez M. Coulon, l'interroge sur ce qu'il pense faire de ce morceau isolé qui ne pouvait avoir de prix, comme un beau nez détaché de la figure la plus jolie, qu'à la condition d'être à sa place, pour compléter la riche armure dont il avait été mystérieusement distrait. Il se disait chargé d'en traiter l'achat par M. le comte de Nieuwerkerke, directeur du Musée du Louvre, qui consentirait à le payer 50 000 francs. Seulement, l'officieux délégué demandait pour sa commission le 5⁰/₀ de cette somme. C'était tentatif

et le Musée aurait fait là un brillant marché. Hélas ! renseignement pris à Paris, il se trouva que l'entremetteur n'avait aucune mission sérieuse. La chose tomba dans l'eau, non sans laisser certains regrets au conservateur du Musée, qui avait vu là une occasion d'en augmenter les revenus.

Quelques années plus tard, en 1871, un particulier de Francfort, qui se disait le fils du vendeur de l'objet à M. de Rougemont, offrit de le racheter pour le prix de 20 000 francs payés comptant. La Commission du Musée en voulait 25 000 francs, mais le Conseil administratif, considérant qu'il faudrait une fois payer un directeur du Musée, lorsque M. Coulon ne pourrait plus s'en occuper, ses fonctions ayant toujours été gratuites, accepta, avec le consentement de M. de Rougemont, l'offre de 20 000 francs dont le montant lui fut versé, et décida de servir au Musée l'intérêt de cette somme au 5 ⁰/₀, soit 1000 francs, ce qui a lieu encore aujourd'hui.

Je me souviens que, lors de ces diverses négociations, M. Coulon était devenu aussi soucieux de son hausse-col qu'un avaré de son trésor ; et, dans la crainte d'un vol hardi, perpétré dans nos vitrines par une main criminelle, il avait fait exécuter en galvanoplastie un fac-simile excellent, substitué sans rien dire à la pièce authentique. Combien de curieux qui venaient rendre visite au morceau de ciselure de Benvenuto Cellini, s'inclinaient avec respect devant le galvano d'Olivier Matthéy, l'inventeur de la *diamentine* !

Cette précaution n'était pas inutile ; les vols dans les collections sont chose trop fréquente pour qu'on néglige les mesures propres à les prévenir. « Tous

les collectionneurs, me disait L. Coulon, tous les bibliophiles sont des voleurs; quand il en vient, surtout de ces amateurs de monnaies et de médailles, je surveille leurs mains et mes vitrines. On sait leur habileté à en couper le verre pour prendre ce qui leur convient. »

On sait qu'une fois un vol de monnaies d'or très précieuses avait eu lieu dans notre collection de numismatique; un second aurait réussi sans l'œil vigilant du concierge qui poursuivit le larron et, d'un coup de poing sur son chapeau, fit tomber à terre le produit de son larcin.

* * *

Nous voici arrivés à une époque qui marquera dans notre histoire, et qui fut pour le Musée l'occasion d'acquisitions imprévues et entièrement nouvelles, mais aussi pour M. Coulon la cause de nombreuses contrariétés.

Depuis 1854, on parlait beaucoup de découvertes singulières faites à Meilen, au bord du lac de Zurich, par le Dr Ferd. Keller. C'était le monde des antiquités lacustres, qui se révélait soudain après un sommeil de bien des siècles ¹. Après le lac de Zurich, celui de Bienne livra ses secrets au colonel Schwab, et excita le zèle d'ardents explorateurs qui fouillèrent nos rivages et exhumèrent une multitude d'objets dont chacun était une énigme. Après le colonel Schwab,

¹ Notre Musée possédait depuis longtemps deux objets en bronze, dont l'origine restait un mystère; une épée superbe qui s'était prise par hasard dans les filets du général Pillichody, devant Concise. Il la crut d'or massif et on en coupa la pointe pour l'analyser. L'autre était une hachette à main, trouvée à Tête-Plumée.

ce fut M. Gilliéron, de la Neuveville, puis Ed. Desor, le Dr Clément, Morlot, Troyon, RoCHAT, de Pourtalès-Sandoz, le Dr Gross, etc. La fièvre de l'or n'est pas pire que la fièvre du lacustre : les poteries, les bois de cerf, la pierre, le bronze, le fer, les monnaies furent arrachés du fond des eaux par la pince, puis par la drague, avec une véritable frénésie. De riches collections furent ainsi formées en divers lieux ; plusieurs de ces chercheurs y trouvèrent leur fortune, par des ventes faites à l'étranger. Une épée de bronze, cotée d'abord à 20 ou 30 francs, atteignit bientôt le prix de 800 francs. C'était un vertige, comme chez nous au temps des vendanges. Il fallait se hâter ; ce qu'on négligeait de prendre aujourd'hui serait demain la proie d'un autre. Le nombre des fouilleurs devint légion.

Se représente-t-on un directeur de musée assailli par ces forcenés, dont chacun croit avoir trouvé la pièce la plus précieuse et en veut un bon prix, sinon il ira l'offrir ailleurs ? Cette position devint encore plus délicate quand on se mit à fabriquer de fausses antiquités que l'on colportait comme du poisson ou des légumes rares. En voici un exemple :

Au mois d'août 1859, Agassiz, faisant une apparition en Europe, vint en Suisse visiter ses parents et ses nombreux amis. C'était un événement ; on s'empressa de convoquer à Genève une réunion extraordinaire de la Société helvétique pour les 23 et 24 ; mais en attendant il se trouvait à Neuchâtel les 15 et 16, et passait une belle journée avec M. Coulon, dans son chalet de Chaumont. Un homme portant une hotte sur ses épaules se présenta avec la rudesse naïve d'un ouvrier. Il venait de Concise et de Corce-

lettes où l'on construisait le chemin de fer du littoral, traversant en ce point plusieurs stations lacustres fort riches. La passion du lacustre s'était communiquée aux terrassiers qui se créaient un supplément de revenus en vendant leurs trouvailles. L'homme à la hotte était un de leurs émissaires; son nom prédestiné : « André Tallaron », passera à la postérité. Agassiz, voyant ces objets, voulut en rapporter au Musée de Cambridge. Il y en avait à profusion : des haches, des couteaux, des harpons, des poignards barbelés en bois de cerf, etc. Comment résister ? Ces objets étaient encore humides, ils sortaient de l'eau. M. Coulon en acheta, dit-on, pour 600 francs et Agassiz pour 500 francs, en remerciant encore ce brave homme de la préférence.

La plupart de ces objets étaient fabriqués; les terrassiers étaient devenus faux-monnayeurs ! On rapporte qu'ils en vendirent pour 12 ou 15 000 francs et empestèrent ainsi les musées. Ils ne furent démasqués qu'à Zurich, par le Dr Ferd. Keller, qui requit leur arrestation; mais ils se dérobèrent en France par la fuite.

Une de leurs nombreuses victimes fut Célestin Nicolet, à la Chaux-de-Fonds, qui en avait acheté aussi pour 600 francs. Averti de l'imposture par Morlot, il se hâta d'écrire à L. Coulon pour le mettre sur ses gardes. Je possède la réponse à ce coup de tonnerre dans un ciel pur. Elle est datée du 27 septembre 1859 : « Je ne crois pas à la falsification des objets celtiques que m'a procurés cet ouvrier; il me les a apportés encore tout imprégnés d'humidité et de limon et dans un état qui montrait qu'ils venaient d'être retirés du lac. Les poignards dentelés, s'ils

étaient fabriqués, auraient reçu une poignée, et celui qui en a une porte une cassure évidemment ancienne. Ces ouvriers ne sont pas seuls à trouver de tels objets, tous les habitants de Concise en ont pris leur part, même mon cousin le président du Tribunal (M. Alph. de Coulon) en a retiré un grand nombre.

« Je suis persuadé que M. Morlot se trompe; vous pouvez consulter là-dessus M. Rochat, d'Yverdon, et le Dr Clément, de Saint-Aubin, qui a fait une très belle collection. Si, à la fin des fouilles, quelques objets ont été ajustés par les ouvriers, soyez sûr que cela n'a pas eu lieu au commencement, et ce serait fort inutile d'actionner ces pauvres gens. »

Louis Coulon se peint ici tout entier; il ne peut croire au mal; n'ayant jamais trompé personne, il ne peut admettre qu'on le trompe, et si on l'a trompé, il pardonne; tandis que C. Nicolet, comprenant le mal fait aux collections par ces supercheries aussi stupides que coupables, jetait feu et flammes et demandait l'arrestation immédiate des faussaires.

* * *

En 1866, M. Coulon fut nommé président de la Société helvétique, qui vint pour la seconde fois visiter Neuchâtel après un intervalle de vingt-neuf ans, et y tenir sa 50^{me} session, les 22, 23 et 24 août, en même temps que le Congrès international de paléo-ethnographie, présidé par Ed. Desor. On y compta environ 200 membres actifs, 6 membres honoraires et 40 invités, soit un total de 246 personnes. On reçut 41 nouveaux membres. Dans son discours d'ouverture, prononcé dans l'ancienne salle du Grand

Conseil, qui présentait un aspect très imposant, notre cher président disait, avec sa modestie accoutumée : « Après avoir brillé quelque temps avec un certain éclat dans le monde scientifique, Neuchâtel a subi les vicissitudes des choses humaines, d'autres préoccupations ont pris le premier rang, plusieurs des hommes éminents dont s'honorait notre ville sont allés porter au loin leurs lumières, et si ces dernières années le zèle scientifique paraît se ranimer parmi nous, ce n'est encore qu'une aurore à laquelle la création de l'Académie, qui vient d'être décidée, donnera de jour en jour, nous l'espérons, une importance plus grande. Dans ces circonstances, Messieurs, il aurait été naturel, ce me semble, d'appeler au fauteuil de la présidence un plus digne, l'un de ceux qui, parmi nous, sont à la tête du nouveau mouvement scientifique, et non pas celui qui n'a d'autres titres à l'honneur que vous lui faites, que son vif intérêt pour tout ce qui contribue au développement de la science. Il sent vivement combien il est au-dessous de la grande et honorable tâche que vous lui avez dévolue ; il n'a accepté ses fonctions actuelles qu'en comptant sur votre bienveillante indulgence. »

Il est inutile de dire que chacun protesta contre cette humilité parfaitement sincère, et pendant ces trois journées, favorisées par un temps splendide, tout se passa de manière à réjouir le cœur de M. Coulon. C'est avec émotion qu'il déclara close cette session, qui nous avait causé tant de soucis et dont les préparatifs avaient tenu en haleine le bureau et les divers comités pendant plus de deux mois.

Une autre cause de satisfaction fut l'ampleur du volume de 368 pages, contenant le compte-rendu des

séances, qu'il eut le plaisir d'adresser à nos confédérés. Une innovation introduite par les secrétaires, le Dr Guillaume et celui qui vous parle, fut le récit de la partie non scientifique, ou les excursions et le côté pittoresque de cette fête à laquelle s'était intéressée notre ville tout entière.

Cependant les années s'ajoutaient aux années, et un beau jour, en 1882, notre Société apprit avec un extrême saisissement qu'elle allait atteindre la cinquantaine. Chacun prit feu pour demander une fête destinée avant tout à célébrer le président toujours à son poste et à lui témoigner notre affection et notre reconnaissance. Aux préparatifs faits en secret sous la direction du vice-président, se joignirent dans une généreuse émulation le Conseil d'Etat et la Municipalité de Neuchâtel. Ce fut une belle fête, ainsi que peuvent l'attester la plupart des membres présents; elle eut lieu en séance publique, le 14 décembre, dans l'ancienne salle du Grand Conseil, où L. Coulon avait présidé la Société helvétique en 1866. Il m'en fit la remarque avec un sourire ému. La salle était remplie. On y voyait des délégués du Comité central de la Société helvétique, des sociétés cantonales de Genève, Lausanne et Bâle, venus spontanément pour faire honneur à un collègue aimé, et affirmer leur sympathie. Un frémissement de respectueuse curiosité parcourut l'assemblée quand il prit place dans le fauteuil du président.

La séance fut ouverte par le vice-président, qui retraça rapidement l'histoire de notre Société et de

son activité depuis son origine, c'est-à-dire l'histoire de la culture et du développement scientifiques dans notre pays depuis cinquante ans, car tout ce qui s'est fait dans ce domaine convergeait vers notre Société ou en émanait. Il concluait par un témoignage de chaude affection à notre président, qui marchait à notre tête depuis un demi-siècle.

Après ce discours, une adresse signée par 113 membres de la Société est remise à M. L. Coulon, qui commence à comprendre que cette séance n'est pas seulement commémorative, mais que tout cet appareil de fête est une ovation qui lui est destinée. Il est troublé dans sa modestie lorsque le Dr Roulet, au nom du Conseil d'Etat, le remerciant des services éminents qu'il a rendus au pays, lui confère, sur la proposition du Conseil de l'Académie, le titre de professeur honoraire, et lui remet un magnifique plateau en argent aux armes de la République avec une inscription gravée avec art. Enfin sa surprise est au comble, quand M. le professeur Hagenbach-Bischoff se lève et lui présente, de la part de la Faculté de philosophie de Bâle, le diplôme de docteur. — « Ceci, s'écrie M. Coulon, c'est de mon ami Peter Merian ! Mais pourquoi tant me remercier, je n'ai cherché que mon devoir et mon plaisir en servant mon pays. »

Au banquet qui suivit, au Cercle du Musée, et qui fut très animé, ce fut le tour de la Municipalité de lui faire fête ; l'un des membres du Conseil, M. G. de Montmollin, lui adressa un témoignage de gratitude profondément senti au nom de la ville de Neuchâtel qu'il honorait par ses travaux, sa réputation et ses vertus. Puis son collègue, M. Jean Courvoisier, lui

remit, comme souvenir, deux belles pièces d'argenterie.

Parmi les lettres et les télégrammes reçus alors, rappelons deux lettres extrêmement cordiales venant d'Amérique, l'une d'Arnold Guyot, l'autre de Léo Lesquereux, qui eux aussi voulaient, à travers l'Océan, adresser leurs félicitations à leur ami et leurs souhaits à notre Société. Elles mériteraient d'être jointes à cette notice ¹.

A cette époque, notre Société avait déjà publié 4 grands volumes de mémoires, 36 tomes de nos Bulletins; elle les échangeait avec 242 sociétés savantes de l'Ancien et du Nouveau Monde, et toutes ces expéditions étaient faites par notre président. Pendant longtemps, il les portait lui-même à domicile dans notre ville.

* * *

Nous avons vu M. L. Coulon sous ses différents aspects : magistrat, naturaliste, plein de sollicitude pour notre Société, qu'il considérait comme faisant

¹ *Le 23 mars 1883*, Arnold Guyot écrit à M. Coulon : « Le journal que vous avez eu l'obligeance de m'envoyer m'a permis d'assister, en quelque sorte, à la fête semi-centenaire de la Société. J'en ai beaucoup joui, car je suis de ceux qui ont pu apprécier tout ce que vous avez fait pour elle et pour l'avancement des études scientifiques dans notre petit pays. Nul n'avait plus de droits à la reconnaissance de vos concitoyens et aux honneurs dont vous avez été l'objet.

« C'est avec joie que je vous vois, malgré vos 80 ans, présider encore la phalange de nos travailleurs dans le champ des sciences naturelles. Il n'en reste que peu de notre génération, je ne les en aime que plus chaudement.

« J'apprends aussi que, malgré l'âge, vous pouvez encore monter à pied jusqu'à votre maison d'été de Chaumont. Que Dieu vous conserve encore longtemps à notre cher pays et à vos amis, au nombre desquels je suis heureux de pouvoir me compter.

Arnold Guyot.

« Princeton (New-Jersey), Etats-Unis. »

partie de sa famille, assidu aux sessions de la Société helvétique, accomplissant tous ses devoirs de citoyen, il fit même son service militaire dans nos milices et fut un de nos capitaines les plus appréciés. Il nous reste à relever son activité religieuse et à le présenter comme ami des pauvres, soutien des orphelins : un seul mot suffirait, il était chrétien ; c'est le mot de Polyeucte.

Il fut associé à l'administration de l'église, depuis le moment où la loi ecclésiastique de 1849 donna aux laïques une plus grande part dans cette administration, et il en fit partie jusqu'à la fin de sa vie. C'est ainsi qu'il fut membre du Collège des Anciens, membre du Colloque du district de Neuchâtel jusqu'en 1873, où la loi supprima ce rouage et, depuis cette époque, membre du Synode indépendant. Pour assister au culte public, rien ne l'arrêtait, ni le mauvais temps, ni le froid, ni l'âge : homme du devoir, sa devise était : « Fais ce que dois. »

Cette activité ne suffisait pas à son zèle ; il voulait prendre sa part de tout ce qui lui paraissait bon ; ainsi il se dévoua à l'œuvre de la sanctification du dimanche, à l'Alliance évangélique, à l'évangélisation en Espagne, entreprises qu'il dirigea longtemps comme président avec cette scrupuleuse fidélité qu'il apportait à tout ce qu'il faisait, envisageant que ce qui mérite d'être fait, mérite d'être bien fait, et leur accordant son temps, son argent et ses prières.

« Dans ce temps où la conduite des chrétiens est la seule Bible que le monde veuille lire, demandons à Dieu », dit le *Journal religieux* du 30 juin 1894, « qu'il nous donne beaucoup de chrétiens pareils et que

la vie de L. de Coulon demeure un exemple et une bénédiction à tous ceux qui l'ont connu. »

Je puis ajouter à ce témoignage que peu d'hommes ont été comme lui entourés du respect général.

* * *

L'incomparable activité de L. Coulon comme naturaliste, créateur et directeur du Musée, se mesure par des chiffres. On y compte 840 mammifères, en peaux et en squelettes, 6364 exemplaires d'oiseaux ; il y a des reptiles, des amphibies, des poissons ; 43 000 insectes, plus de 4000 espèces de mollusques, des collections de fossiles, de minéraux. — 20 000 espèces de plantes, parmi lesquelles la magnifique collection de mousses de Léo Lesquereux, acquise il y a peu d'années.

Durant une soixantaine d'années, il a copié, texte et planches, 52 volumes, dont plusieurs in-folio, d'autres très épais ; c'étaient les ouvrages trop chers pour être achetés. Parfois le texte est de la main de son père, mais les planches sont de son crayon et de son pinceau. J'en ai la liste, que m'a remise avec la plus grande obligeance M. le prof. Paul Godet, son successeur à la direction du Musée. Elle sera publiée en son lieu. — « M. L. Coulon, dit M. Godet, avait une manière de peindre qui lui était propre et qu'il avait adoptée pour ses travaux d'histoire naturelle ; après de longs tâtonnements, elle était devenue large, ferme, enlevée sans mièvrerie. Ses figures sont parfois assez sommaires, mais suffisantes pour la détermination des espèces, ce qui était son but. Sa peinture est comme son écriture, l'œuvre d'une main forte,

virile, formée par l'exercice, sans défaillance, toujours la même et qui sait ce qu'elle veut, sans jamais sacrifier au joli ou à la manière. »

Pour conclure, j'emprunte encore ces lignes à M. Paul Godet : « Dans un temps où M. L. Coulon ne pouvait compter que sur lui seul, il a dû s'occuper de toutes les branches de l'histoire naturelle, classer et arranger les diverses collections dont se compose le Musée zoologique. C'était, il est vrai, un travail provisoire, mais qui exigeait de vastes connaissances et une application soutenue, aussi fatigante pour l'esprit que pour le corps. Lorsqu'il a pu disposer d'aides spéciaux¹, il a mis généreusement à leur disposition sa grande expérience et sa magnifique bibliothèque. » Mais jusqu'à la fin, il veillait à la conservation des collections et chaque année, au printemps, examinait chaque objet, enlevant avec soin la poussière et les insectes destructeurs; travail long et pénible qu'il accomplissait religieusement.

Il était parvenu au terme assigné à la vie humaine; nous ne pouvions espérer de le conserver plus longtemps. Déjà affaibli par l'âge, il se faisait conduire en voiture à l'Académie pour assister à nos séances qui, à la longue, étaient devenues pour lui un besoin.

Il s'est endormi en paix, sans souffrance, le 13 juin 1894.

¹ Ces aides excellents et désintéressés étaient depuis longtemps : M. Paul Godet, qui s'est occupé des insectes, mollusques, oursins, étoiles de mer, polypes, ainsi que de la collection d'œufs; les frères Georges et Maurice de Tribolet pour la géologie, la minéralogie; MM. Jean de Montmollin et W. Wavre pour les monnaies et les médailles; l'herbier a été entièrement retenu et vérifié par l'auteur de *La flore du Jura*, feu Ch.-H. Godet, qui y a travaillé pendant des années; M. le prof. F. Tripet lui a succédé pour les soins permanents qu'exige la conservation des plantes.

Vous savez tous qu'un buste de lui a été fait par M. Iguel, il y a plusieurs années. C'est Auguste Bachelin qui en avait pris l'initiative; mais, comme M. Coulon n'aurait jamais consenti à poser pour reproduire son image, l'artiste a dû, pour voir son modèle et pour l'étudier, user de supercherie. Il avait demandé d'assister à nos séances et notre président était ravi de l'attention de cet auditeur qui prenait ses notes sans qu'il y parût. J'ai vu chez Bachelin ce buste en terre fort ressemblant et d'une réalité vivante. J'espère qu'il sera taillé en marbre et qu'il ornera notre Musée, dont il sera le génie protecteur.

Quant à notre Société, elle demeurera prospère tant qu'elle s'inspirera du courage, de la fidélité, du désintéressement et du patriotisme de L. Coulon.

Note. — Au moment de mettre sous presse, on m'apporte la liste des cours suivis à Paris par L. Coulon, d'après ses cahiers de rédactions retrouvés inopinément. Elle est peut-être incomplète :

En 1825 : Ornithologie, prof. Geoffroy-Saint-Hilaire; code civil, prof. Duranton et Demante.

En 1826 : Géologie, prof. Cordier; à l'Ecole des Mines, prof. Bronchant; anatomie comparée, Blainville; mammifères, Geoffroy; conchyliologie, Audouin; physique, Gay-Lussac et Pouillet, à la Sorbonne; chimie appliquée aux arts, au Conservatoire des arts et métiers.

En 1827 : Géologie, Bronchant; astronomie, Arago; encore chimie appliquée aux arts.



PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES

Année 1893-1894

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE DU 2 NOVEMBRE 1893

Présidence de M. Paul GODET.

La Société, réunie en assemblée générale, procède à la nomination du bureau, qui, d'après le nouveau règlement adopté l'été dernier, sera en fonctions pour le terme de deux ans.

M. le prof. O. BILLETER est nommé président, et M. le prof. Paul GODET vice-président.

S'agissant de la nomination du caissier, M. le président communique une dépêche de M. Jean de Perregaux qui décline une réélection.

M. Emmanuel BAULER est nommé caissier.

Enfin, MM. Léon DU PASQUIER et Pierre DE MEURON sont nommés secrétaires.

M. le PRÉSIDENT annonce la démission de MM. *Jules Borel-Courvoisier* et *Arthur Dubied*, professeur. Ces messieurs seront remplacés par deux nouveaux membres MM. *Max Du Pasquier*, inspecteur forestier à Cernier, et *Arthur Jeanrenaud*, architecte à Neuchâtel, dont la candidature est annoncée. L'assemblée générale est déclarée close.

SÉANCE DU 2 NOVEMBRE 1893

Présidence de M. O. BILLETER

M. Léon Du PASQUIER présente verbalement le rapport de la *Commission des blocs erratiques*. La liste des blocs erratiques qu'il est important de préserver de la destruction est dressée pour le district du Val-de-Travers; celle des autres districts est en bonne voie et sera terminée dans un avenir prochain.

M. L. Du PASQUIER communique ensuite les principaux résultats obtenus par le limnimètre enregistreur de M. Ed. Sarasin *sur les seiches du lac*. Les tracés obtenus à Yverdon montrent assez clairement une seiche uninodale ayant une durée de 50 minutes environ. A cette première oscillation s'en superpose une autre, correspondant à une seiche binodale de 25 minutes de durée. Les tracés obtenus à Neuchâtel ne donnent pas de résultats comparables à ceux d'Yverdon. La durée moyenne des oscillations est de 39 minutes. A Préfargier, par contre, où l'appareil est encore en fonction, on a obtenu des tracés correspondant à des seiches de 20 à 22 minutes. On y a en outre obtenu une fois un tracé composé d'oscillations comportant une durée de 49^m 5^s, 48^m et 49^m, et se rapprochant ainsi beaucoup de l'uninodale d'Yverdon.

M. le Dr Edouard CORNAZ, pendant un séjour qu'il a fait cet été au Simplon, y a trouvé quelques plantes qui manquent à la florule du chanoine E. Favre.

1° Le *Colchicum autumnale* se trouve dans les prés entre Simplon et Bleiken, sur la rive gauche du Krummbach. En sortant du village, c'est le *C. alpinum* (DC.) qu'on rencontre. En fleurs, les deux espèces sont difficiles à distinguer l'une de l'autre, mais les feuilles larges dans le premier, étroites dans le second, et l'époque de la floraison beaucoup plus précoce dans le dernier, sont caractéristi-

ques. Il rapporte qu'à Zermatt, en creusant pour atteindre les bulbes du Colchique des Alpes, il a trouvé *sous le sol* des feuilles desséchées et des fruits secs.

2° Immédiatement au-dessus d'Algaby, dans la direction de la chapelle de Bleiken, le *Rosa micrantha* (Smith), que n'a pas trouvé non plus au Simplon M. Crépin, de Bruxelles.

3° Entre les chalets de Hohbühl et la Kessikumme, l'*Euphrasia Christii* (Favrat), avec de splendides fleurs jaune d'or; cette espèce, dont les caractères diffèrent assez peu de ceux de l'*E. alpina* (Lam.), se trouve vers les chalets avec celle-ci, qui disparaît bientôt pour laisser la place à sa brillante congénère.

4° Le *Trifolium saratile* (All.) est bien connu le long de la route en aval d'Algaby: à cette unique station au Simplon, M. Cornaz peut en ajouter une nouvelle, à savoir le long d'un sentier au-dessus de la rive gauche du Krummbach, à environ une demi-lieue du village de Simplon: la plante y est bien moins abondante qu'à la station classique d'Algaby.

M. le prof. TRIPET trouve que la station de l'*Euphrasia Christii* est fort intéressante, comme étant la plus occidentale connue. L. Favrat l'avait découverte en 1887 au Val Maggia, dès lors le Dr Christ l'a trouvée ailleurs au Tessin et M. Henri Jaccard, professeur à Aigle, sur un autre point du Valais, plus à l'orient que le Simplon.

MM. les prof. BILLETER et GODET demandent des renseignements complémentaires sur les fruits souterrains du *Colchicum alpinum*: en est-il toujours ainsi? M. Tripet ne le pense pas et M. Cornaz dit qu'il l'ignore, mais qu'il peut assurer n'y avoir vu de fruit au-dessus du sol ni à Zermatt, ni à Simplon, et qu'il est parfaitement sûr de ce qu'il a avancé, ayant répété l'expérience plus d'une fois: il pourrait d'ailleurs le démontrer sur les exemplaires qu'il a desséchés.

SÉANCE DU 16 NOVEMBRE 1893

Présidence de M. O. BILLETER

Le procès-verbal est lu et adopté. M. le D^r CORNAZ fait circuler les échantillons des plantes dont il a parlé dans la dernière réunion, en particulier des spécimens du *Colchicum alpinum*, qui montrent les fruits souterrains, qui avaient particulièrement intéressé la Société.

M. F. TRIPET présente quelques observations spéciales au sujet du *Colchicum alpinum*; le fruit se développe moins haut sur la tige que celui du colchique d'automne, mais jamais dans le sol. Comme la plante croît de préférence dans les prairies fertiles, il est assez probable que l'irrigation joue un certain rôle dans le fait curieux signalé par M. le D^r Cornaz, puisque les feuilles sont aussi enterrées:

M. le prof. R. WEBER propose que la création d'une bibliothèque soit mise à l'étude.

M. le PRÉSIDENT déclare que cette question sera examinée par le bureau, qui fera sans tarder des propositions à ce sujet à la Société.

MM. Max Du PASQUIER, inspecteur forestier à Cernier et Arthur JEANRENAUD, architecte à Neuchâtel, sont reçus à l'unanimité membres de la Société.

MM. Henri Moulín, pasteur à Valangin, et Paul de Chambrier, chimiste à Pechelbronn (Alsace), sont inscrits comme candidats sur la présentation de MM. F. TRIPET et LEGRAND-ROY, pour le premier, et de MM. Léon Du PASQUIER et BILLETER pour le second.

M. le D^r Ed. CORNAZ lit une notice sur la *Flore de Naples au premier printemps*, basée sur les herborisations qu'il a faites, en avril 1893, dans les provinces de Naples et de Salerne et indiquant environ 150 espèces observées sur

ce sol calcaire, bien que notre collègue n'ait pu visiter l'île d'Ischia et les montagnes les plus élevées. De ce travail, qui ne se prête pas à une analyse, il résulterait que ce sont surtout les Papilionacées, les Labiées, puis les Liliacées, et plus spécialement le genre *Allium*, les Boraginées et le genre *Euphorbia*, qui prédominent dans cette région pendant le premier printemps. (Voir p. 41.)

M. le prof. Paul GODET fait remarquer l'intérêt que présentent, soit en zoologie, soit en botanique, des communications du genre de celle de M. le Dr Cornaz, pour faire connaître exactement ce qu'on trouve dans une région donnée.

M. le prof. F. TRIPET appuie d'autant plus sur cette remarque que, quand il s'agit de plantes achetées, tantôt on s'est trompé sur les indications d'origine et tantôt on a trompé l'acheteur.

Sur une question qui lui est adressée relativement à l'absence de Tulipes dans son énumération, M. Cornaz répond, qu'à Rome du moins, où le prof. Pirotta lui avait indiqué une station où devaient se trouver alors abondamment deux espèces, il n'a pu en découvrir un seul exemplaire, ce qu'il attribue aux conditions exceptionnelles de chaleur et de sécheresse de l'année. M. Tripet ajoute qu'il n'y a pas de tulipes particulières dans les environs de Naples.

M. le prof. BILLETER fait une communication *sur la constitution des combinaisons organiques à liaisons multiples, en particulier de la benzine*. Cette communication se résume dans l'hypothèse que les liaisons multiples comportent une liaison simple et directe en ligne droite, et une ou plusieurs liaisons indirectes, produites par la compensation de deux valences parallèles, mais dirigées en sens contraires. Cette compensation pourra être plus ou moins complète suivant les cas. L'hypothèse s'applique à la benzine de la façon suivante: les six atomes de carbone

occupent les sommets d'un hexagone *gauche* et sont unis par six liaisons simples et directes en ligne droite (configuration normale de l'hexaméthylène de Sachse). Des douze valences qui restent disponibles, six sont parallèles entre elles; elles se divisent en deux groupes de trois valences, ayant une résultante égale, partant du centre de la molécule, mais agissant en sens contraire pour chaque groupe. Il pourra donc y avoir compensation complète entre ces six valences. Cela expliquerait pourquoi le noyau C⁶ de la benzine n'agit dans la règle que comme un complexe hexatomique.

A la suite de cette communication s'engage une discussion dans laquelle M. Billeter a l'occasion de préciser encore son hypothèse.

SÉANCE DU 14 DÉCEMBRE 1893

Présidence de M. O. BILLETER

Le procès-verbal est adopté après une observation de M. le Dr Cornaz; puis MM. Henri MOULIN, pasteur à Valangin, et Paul DE CHAMBRIER sont reçus à l'unanimité membres de la Société.

Communication de M. LÉON DU PASQUIER : *Sur les phénomènes glaciaires du Val-de-Travers.*

Après quelques explications sur la structure géologique du vallon, M. Du Pasquier expose que le Jura a été soumis à deux glaciations successives. La seconde, beaucoup moins considérable que la première, est celle pendant laquelle se déposèrent la plupart des blocs erratiques du Val-de-Travers. Le glacier pénétrait dans la vallée par les gorges de la Reuse, au débouché des-

quelles sa surface atteignait l'altitude de 1100 m. environ; de là il s'étendait jusqu'au fond du vallon de Saint-Sulpice, au haut de la Tour, 925 m. La pente de sa surface était donc faible.

Après le retrait du glacier, le Val-de-Travers fut occupé par un lac atteignant au moins l'altitude de 800 m. Les preuves de l'existence de ce lac sont nombreuses; quant à ses causes elles se trouvent dans un barrage de moraines laissées par le glacier en aval de Noiraigue. L'effet de ce barrage fut encore augmenté par un éboulement qui se produisit à ce moment-là au Creux-du-Van. Le rôle de l'éboulement du Creux-du-Van est considérable; il refoula entre autres la Reuse vers le nord, entre le Furcil et le Saut-de-Brot, l'empêchant de retrouver son ancien lit; il est ainsi l'une des causes des sources du Champ-du-Moulin. Celles-ci ne sont autre chose que les eaux du bassin souterrain de Noiraigue qui, par dessous la moraine et l'éboulement, suivent encore l'ancien thalweg. M. Du Pasquier traite sommairement des petits glaciers jurassiens locaux, dont on retrouve plusieurs traces ainsi que des phénomènes d'érosion occasionnés par les différents affluents de la Reuse. De l'existence des glaciers jurassiens on peut conclure que, pendant la dernière glaciation du Val-de-Travers, la ligne des neiges persistantes dans notre pays ne devait pas être à une altitude supérieure à 1100 m. (voir p. 3).

M. Louis FAVRE, en remerciant M. Du Pasquier de sa communication, dit qu'elle est un des premiers fruits de l'activité de la Commission des blocs erratiques. Il annonce qu'il a fait dernièrement une démarche auprès du Conseil d'Etat pour demander qu'on adopte, pour notre canton, la disposition de la loi vaudoise sur les mines. Cette loi assimile les blocs erratiques aux gisements miniers, pour l'exploitation desquels l'autorisation de l'Etat est nécessaire.

Plusieurs membres de la Société prennent encore la parole et M. Du Pasquier fournit quelques explications complémentaires sur différents détails de sa communication.

M. le prof. F. TRIPET présente ensuite un fruit très gros de poirier du Japon (*Eriobotrya japonica* L.), arbuste qui ne fructifie pas chaque année dans notre pays. Ce fruit passe bien à tort pour être vénéneux.

M. TRIPET donne ensuite quelques renseignements statistiques sur la culture, dans notre pays, des plantes aromatiques, en particulier de l'absinthe. Les communes de Môtiers et de Couvet en ont fourni cette année une centaine de tonnes à une seule fabrique pour une valeur de près de 120 000 fr.

SÉANCE DU 21 DÉCEMBRE 1893

Présidence de M. O. BILLETER

Le procès-verbal est lu et adopté.

Une longue discussion s'engage sur la question du changement du lieu de réunion de la Société. Les uns estiment que notre local actuel est trop éloigné du centre de la ville, d'autres qu'il manque de confort, que l'éclairage en est défectueux, etc.: d'autres voudraient voir la Société se transporter dans un amphithéâtre de cours, d'autres encore estiment que la place de notre Société est à l'Académie, le foyer scientifique du pays. Enfin, par huit voix contre cinq, la Société se rallie à une proposition de M. Chavannes, ingénieur, décidant qu'il y a lieu de changer de local et chargeant le bureau d'apporter à la Société des propositions dans ce sens.

Par suite d'indisposition de son auteur, la communication annoncée de M. Hirsch est renvoyée à une prochaine séance et la parole est donnée à M. Russ-Suchard.

M. Russ présente à la Société huit plantes de cacaoyer âgées de deux mois, qui atteignent déjà environ 0^m,20 de hauteur. Ce sont probablement les premières plantes de cette espèce qu'on élève en Europe, les essais qui ont été faits ayant tous échoué jusqu'à présent. M. Russ lui-même a fait plusieurs tentatives infructueuses et n'a réussi enfin que grâce au fait que les dernières graines qu'il a reçues lui ont été envoyées dans leur enveloppe naturelle, qui est la pulpe du fruit. Cette pulpe se décompose rapidement et la graine, exposée à l'air, perd bientôt ses facultés germinatives. Ces plantes doivent être maintenues dans une température moyenne de 23° et celle-ci ne doit jamais descendre au-dessous de 18°.

M. le prof. TRIPET attache une grande importance au fait que les graines ont voyagé dans leur pulpe. Il cite quelques expériences qui ont été faites sur la durée de la conservation des facultés germinatives des graines.

M. R. CHAVANNES, ingénieur, présente une *courbe des jaugeages des sources du Champ-du-Moulin*, établis depuis trois ans. Il n'est pas possible pour le moment de tirer de l'étude de cette courbe une loi générale sur le régime de ces sources. M. Chavannes annonce qu'il entreprend maintenant des travaux de jaugeages indépendants pour chaque source.

M. F. TRIPET profite de l'occasion pour demander si l'on ne pourrait pas reprendre la publication des hauteurs du lac dans le Bulletin de la Société et si M. Chavannes ne serait pas disposé à s'en charger. Il serait opportun d'utiliser les documents obtenus jadis du Bureau hydro-métrique fédéral à Berne.

M. le Président et M. Tripet sont chargés de bien vouloir faire le nécessaire.

M. LÉON DU PASQUIER revient en quelques mots sur sa communication de la dernière séance. M. Du Pasquier avait dit que l'on pouvait prévoir l'existence d'un delta

du Buttes, près du village de ce nom, et ces derniers jours il a pu constater sur place la présence de ce delta très caractéristique et qui contient une quantité de matériaux provenant du haut de la vallée, par exemple des grès de l'Auberson. Ce delta est un argument de plus en faveur de l'existence du lac post-glaciaire du Val-de-Travers.

Revenant encore sur sa précédente communication et répondant aux questions de plusieurs membres, M. Du Pasquier développe ses idées sur l'éboulement d'une partie du Creux-du-Van, éboulement qui a recouvert la moraine en aval de Noiraigue et rejeté le lit de la Reuse vers le nord. Cette rivière a été déviée; cela est évident, car elle coule actuellement sur la roche en place en aval du Furcil et l'on voit sur la rive droite ces roches plonger sous la moraine. (Voir p. 3.)

SÉANCE DU 11 JANVIER 1894

Présidence de M. Paul GODET, vice-président

MM. le Dr F. BOREL et Edouard BERTHOUD présentent comme candidat M. *Charles Borel*, à Cortaillod.

M. le prof. HIRSCH présente ensuite une notice biographique sur feu Rudolf Wolf, professeur d'astronomie et directeur de l'Observatoire de Zurich. Cette notice sera insérée au Bulletin. (Voir p. 260.)

M. le prof. WEBER, au nom des anciens élèves de Wolf, remercie M. Hirsch pour sa notice et s'associe au témoignage rendu à la mémoire de son ancien professeur.

M. HIRSCH cite encore un trait curieux, qui montre quelle importance Wolf attachait à certains faits que d'autres pourraient dédaigner. Pendant plusieurs années il s'astreignit à jouer tous les jours aux dés, pendant quelques minutes, et à noter toutes les combinaisons qui

se présentaient. Il publia ces séries en les accompagnant de considérations de l'ordre le plus élevé sur le calcul des probabilités et de sa vérification expérimentale.

M. R. CHAVANNES présente une communication *sur la transmission de la force par l'électricité*. Vu l'heure avancée, la fin de cet intéressant exposé est renvoyée à la séance suivante, et il en sera rendu compte dans le prochain procès-verbal.

SÉANCE DU 25 JANVIER 1894

Présidence de M. O. BILLETER

M. Charles BOREL, D^r ès sciences, est reçu à l'unanimité membre de la Société.

Communication de M. R. CHAVANNES *sur les systèmes de transmission de force à grande distance par l'électricité*. Après une introduction générale, M. Chavannes démontre, avec figures à l'appui, en quoi diffèrent les transmissions qui emploient le courant continu, le courant alternatif simple, le courant triphasé et enfin le courant biphasé. Il termine par un aperçu du prix par cheval des différents organes de transport et arrive à un prix total allant de 400 à 2500 francs par cheval, ce dernier prix pouvant même être dépassé. M. Chavannes conclut qu'aucun système ne paraît encore prêt à prendre la prépondérance, chacun d'entre eux pouvant présenter le plus d'avantages ou d'inconvénients pour chaque cas particulier. (Voir p. 33.)

M. le D^r F. BOREL insiste sur le danger des illusions que l'on se fait trop souvent sur l'utilité et le profit qu'il y aurait à transporter des forces naturelles qui ne sont pas dans des circonstances très favorables.

M. le prof. HIRSCH tient à rassurer la Société au sujet des projets qui sont à l'étude pour Neuchâtel. Le résultat

du concours ouvert par la Commune n'a pas encore été sanctionné par les autorités communales. M. Hirsch est tenu à une grande réserve à ce sujet. Tout ce qu'il peut annoncer pour le moment, c'est que chez nous le prix maximum indiqué par M. Chavannes ne sera pas atteint et que la force électrique reviendra à Neuchâtel meilleur marché que la vapeur.

M. F. TRIPET fait une communication *sur les derniers travaux de Léo Lesquereux*. Un mémoire posthume de L. Lesquereux sur la flore fossile du Dakota ayant été publié dans les Monographies du Geological Survey des Etats-Unis d'Amérique, l'éditeur de ce mémoire l'a fait précéder d'une lettre de L. Lesquereux, contenant une autobiographie de notre savant compatriote et ancien collègue. Cette lettre, dont la lecture a vivement intéressé la Société, contient une allusion au mémoire sur les tourbières, qui a fait l'an dernier l'objet d'une communication dans l'une de nos séances. Sur la proposition de MM. Ed. Cornaz et G. Ritter, le bureau est chargé de prendre des informations au sujet de ce mémoire, conservé dans les archives de l'Etat, et de voir s'il ne conviendrait pas d'en faire une copie et même de le publier. (Voir page 260.)

SÉANCE DU 8 FÉVRIER 1894

Présidence de M. O. BILLETER

Le procès-verbal de la dernière séance ayant été adopté, M. le PRÉSIDENT annonce que le bureau s'occupe de celui des mémoires de L. Lesquereux qui n'a jamais été publié.

M. LÉON DU PASQUIER rend compte des résultats obtenus pendant les derniers mois de l'année écoulée sous le rapport de l'*observation des seiches*. Le limnigraphe de

M. Ed. Sarasin a fonctionné jusqu'à la fin de décembre à Préfargier. Le temps ayant été beaucoup plus changeant pendant les derniers mois de l'année que précédemment, les tracés du limnigraphe ont aussi été bien meilleurs. Suivant M. Du Pasquier, il ressort clairement des observations de Préfargier :

1° L'existence d'une seiche binodale de 20^m 7^s de durée moyenne, c'est la période la plus fréquente;

2° Celle d'une uninodale de 49^m 6^s environ;

3° Beaucoup plus rarement ont été enregistrées des périodes se rapprochant de 24 minutes;

4° Une seule fois le tracé du limnigraphe présente d'une manière quelque peu claire la période de 40 minutes, fréquemment observée à Neuchâtel.

M. Du Pasquier relève encore l'existence d'oscillations de courte période, notamment de 1 $\frac{1}{2}$ minute, au sujet desquelles une discussion s'engage entre MM. HIRSCH, WEBER, et DU PASQUIER. M. Hirsch considère ces oscillations de courte période comme étant encore incertaines, tandis que M. Weber pense qu'elles sont au moins aussi importantes que les plus longues.

M. MUNSCH-PERRET présente un singulier nid d'oiseau, provenant de l'Uruguay; c'est l'habitation d'un petit oiseau de la famille des grimpereaux, le Fournier hornero (*Furnarius rufus*), ou simplement Hornero comme on l'appelle là-bas. Ce nid est remarquable par sa construction singulière et surtout par ses dimensions — il pèse souvent jusqu'à 8 kilogrammes. Le Hornero met rarement plus d'une semaine à construire son nid.

M. P. GODET donne quelques détails complémentaires sur le Fournier et en présente un exemplaire à la Société. Il remercie M. Munsch-Perret d'avoir bien voulu faire don au Musée de ce nid, très remarquable en effet.

SÉANCE DU 22 FÉVRIER 1894

Présidence de M. O. BILLETER

Ensuite de la lecture du procès-verbal de la dernière séance, M. le PRÉSIDENT manifeste le désir de voir le travail de M. L. DU PASQUIER sur les *Seiches du lac* figurer au Bulletin autrement que dans un court résumé de procès-verbal. La raison qui avait engagé M. Du Pasquier à ne donner que le résumé de ses résultats est que certains chiffres formant la base de son calcul de la durée théorique des seiches se trouvent, ensuite de la correction des eaux du Jura, être assez inexacts. La superficie du lac, entre autres, ne peut être déterminée qu'à 6 ou 7 kilomètres carrés près et n'est pas même connue exactement du Bureau topographique fédéral.

M. R. WEBER, professeur, démontre ensuite un nouvel appareil de son invention, destiné à reproduire d'une manière facile les *figures de Lissajous*. M. Weber considère le mouvement apparent d'un point situé à une distance infiniment grande et sollicité par deux ondulations de directions perpendiculaires à l'observateur, dont les plans comprennent entre eux un angle quelconque, droit par exemple. Il montre que, dans ce cas, le mouvement apparent du point est représenté par l'intersection de deux droites perpendiculaires se mouvant perpendiculairement l'une à l'autre et dans le même plan. Cela posé, il est facile d'imaginer un appareil permettant de projeter sur un écran le mouvement du point: il suffit de remplacer les droites perpendiculaires par deux fentes perpendiculaires se mouvant au foyer d'un projecteur. M. Weber démontre son appareil et fait quelques expériences sur les combinaisons d'oscillations de même durée et de même phase, de même durée et de phases différentes, puis de durées différentes. De l'avis de chacun, l'appareil de

M. Weber résout la question d'une manière fort simple et ingénieuse.

La Société entend encore la lecture d'un travail de M. L. ROLLIER, à Zurich, sur *les lapiés du Jura*. On s'est très peu occupé jusqu'ici des lapiés du Jura. Une étude récente sur la question accorde une prépondérance au ruissellement des eaux glaciaires. M. Rollier combat cette opinion et montre comme quoi les lapiés sont dus au ruissellement des eaux pluviales. Il fournit deux arguments principaux contre la théorie ci-dessus en décrivant des cas où les lapiés sont interrompus par des blocs erratiques et surtout en rappelant que dans bien des exemples les lapiés se trouvent au-dessus de l'altitude extrême atteinte par les glaciers. (Voir p. 54.)

M. L. DU PASQUIER appuie l'opinion de M. Rollier par quelques autres observations.

M. MOULIN cite d'autres cas de lapiés situés en dehors de toute atteinte du glacier.

M. A. PERROCHET, professeur, relève ce qui lui paraît être une confusion de terminologie, l'expression de lapiaz désignant chez nous l'ensemble de ce que M. Rollier appelle « champ lapiaire », tandis qu'il emploie le mot lapiaz pour les rainures.

SÉANCE DU 29 MARS 1894

Présidence de M. O. BILLETER

Le procès-verbal de la séance du 22 février ne donne lieu à aucune observation.

Le caissier présente les comptes de la Société, arrêtés au 31 décembre 1893; ils bouclent par *un solde actif de 4566 fr. 20*. Ces comptes sont adoptés et la cotisation est fixée à huit francs pour 1894.

Afin d'éviter les nombreux désagréments du mode adopté jusqu'ici et qui nécessitait de ne boucler les comptes qu'au moment variable de la publication du Bulletin, on décide, sur la proposition du bureau, de faire courir l'exercice financier du 1^{er} juillet au 30 juin.

M. Louis ROLLIER, géologue, à Zurich, présenté par MM. TRIPET et L. DU PASQUIER, est ensuite élu à l'unanimité *membre correspondant* de la Société.

Vient la communication de M. R. CHAVANNES, qui désire compléter ce qu'il a dit précédemment sur le transport des forces motrices par l'électricité, en décrivant les projets d'utilisation des forces du Niagara.

Ces projets, qui ont passé par une grande commission internationale, ont finalement été soumis à un seul électricien, qui est arrivé à des conclusions assez étonnantes.

On parlait du principe d'employer des turbines de 5000 chevaux. Cela posé, à quelle tension marcher ? De ce qu'une station centrale a marché à 10 000 volts avec circuit à la terre, on en a conclu qu'avec un circuit bien isolé on pouvait atteindre au double, donc 20 000 volts. Mais quel courant employer ? Comme on ne voulait pas additionner les dynamos et qu'on ne pouvait construire des machines à courant continu de 20 000 volts, on en vint au courant alternatif. Le courant alternatif simple n'étant pas approprié à la transmission de forces motrices considérables, on songea un instant au courant triphasé ; celui-ci aurait cependant présenté des inconvénients si jamais on avait voulu distribuer de l'énergie sous forme de lumière. On finit donc par adopter le courant biphasé.

Mais le courant biphasé ne réussit qu'avec un petit nombre d'alternances, le meilleur rendement étant à 8 alternances par seconde ; or avec 8 alternances il n'y a pas de lumière possible.

D'autre part, on n'a pu trouver, en Amérique, de constructeurs s'engageant à fournir des machines marchant

à plus de 2000 volts, et comme on ne voulait pas de transformateurs on est arrivé à ce singulier résultat :

1° D'éliminer le courant continu parce qu'on ne pouvait construire des machines marchant à 20 000 volts, pour prendre ensuite des courants alternatifs avec machines ne marchant qu'à 2000.

2° D'éliminer le courant triphasé à cause de ses inconvénients pour la lumière, lorsque le courant biphasé adopté n'est rien moins qu'approprié à la lumière.

M. L. FAVRE présente ensuite un tableau de trente années d'observations météorologiques faites à Guebwiller en Alsace. Ce tableau est surtout intéressant en ce qu'il applique aux phénomènes de la végétation la méthode des sommes des températures moyennes, préconisée par feu Alph. de Candolle.

SÉANCE DU 5 AVRIL 1894

Présidence de M. O. BILLETER

A l'occasion de la lecture du procès-verbal, M. R. Chavannes demande s'il ne serait pas possible de supprimer le compte-rendu de nos séances dans les journaux de la ville ; il n'en voit pas l'utilité et la publicité lui paraît présenter quelques inconvénients. Il est répondu qu'il convient au contraire de mettre le public au courant des travaux de la Société et que c'est là un moyen excellent d'attirer à la Société de nouveaux éléments et de nouvelles forces. Ces comptes-rendus n'ont du reste aucun caractère officiel et la grande majorité de l'assemblée paraît en être reconnaissante à leurs auteurs officieux.

M. S. DE PERROT, ingénieur, rend compte des conclusions auxquelles est arrivée la commission d'étude sur les dangers résultant de l'anesthésie par le chloroforme, qui a siégé dans les Indes anglaises, à Hyderabad, en 1889, puis en 1892 et 1893. Le gouvernement d'Hyderabad a également institué une enquête sur ce sujet auprès des médecins d'Angleterre et d'Amérique. Le résultat de cette enquête est venu confirmer les conclusions de la commission, à savoir que l'action du chloroforme sur le cœur est nulle, et que, dans la pratique de l'anesthésie, il convient avant tout de s'en tenir à l'observation des phénomènes respiratoires. Ceux-ci seuls peuvent donner des indications suffisamment précises sur l'action du chloroforme pour permettre d'éviter des accidents.

M. Pierre DE MEÛRON ajoute quelques détails sur les circonstances dans lesquelles le gouvernement du Nizam a institué ces enquêtes et ces recherches.

M. le prof. WEBER présente ensuite des diagrammes qu'il a dessinés et qui se rapportent aux différents projets d'installation de transport d'énergie électrique présentés au concours ouvert par la ville de Neuchâtel. M. Weber fait l'analyse succincte de ces différents projets, en s'étendant spécialement sur celui qui a obtenu le premier prix. Presque tous ces projets prévoient deux lignes et deux réseaux de distribution distincts, l'un pour l'éclairage et les petits moteurs employant du courant alternatif, l'autre pour les moteurs de grande puissance employant tantôt du courant alternatif, tantôt du courant triphasé ou même du courant continu.

La tension produite par les dynamos placées dans les gorges de l'Areuse et du courant envoyé aux transformateurs en ville est en général de 3000 à 5000 volts. Le courant transformé arrivera dans la distribution domestique avec une tension de 240 à 120 volts.

M. CHAVANNES donne quelques détails sur les modifications qui ont été demandées à la maison Alioth pour l'exécution du projet définitif. Les isolateurs seront à triple cloche, le réseau du courant alternatif transformé sera seulement à deux fils ; les câbles primaires seront tous souterrains dès leur arrivée en ville, tandis que les lignes secondaires seront autant que possible aériennes, les moteurs actionnés par le circuit d'éclairage ne dépasseront probablement pas deux chevaux de force, ce qui amènera un développement des câbles primaires plus considérable que cela n'était le cas dans le projet primitif. Enfin, le courant triphasé pourra être plus tard transformé sans de grands frais et directement en courant continu. En passant, M. Chavannes mentionne le fait qu'il y a actuellement à Neuchâtel 26 moteurs à gaz en exploitation, produisant une force totale de 91 chevaux.

Après une question de M. G. DE COULON, relative aux tableaux limnimétriques, à laquelle il est répondu que le bureau de la Société s'occupe de la question et que leur publication pourra probablement avoir lieu avec le prochain bulletin, la séance est levée à 9 ³/₄ heures.

SÉANCE DU 19 AVRIL 1894

Présidence de M. O. BILLETER

Après la lecture du procès-verbal, M. le PRÉSIDENT annonce la démission de M. Alfred Godet.

M. Paul GODET présente à la Société quelques spécimens d'amphibiens rares de l'Amérique du Nord, dont il vient de faire l'acquisition pour le Musée d'histoire natu-

relle de la ville (*Cecilia annulata*, *Sirena lacertina*, *Amphiuma tridactylum*, *Menobanchus maculatus* et *Menopoma alleghanense*). M. Godet donne à ce sujet quelques explications sur la classe des amphibiens en général et sur l'histoire naturelle des animaux présentés.

M. le prof. TRIPET présente la photographie d'une Anémone sylvie (*Anemone nemorosa*), trouvée à Combe-à-Cervey au-dessus de la ville, et dont les parties florales sont toutes remplacées par des feuilles.

M. Tripet annonce ensuite que les Fritillaires (*Fritillaria Meleagris* L.) qu'il avait introduites il y a 25 ans dans les environs de Chézard, s'y sont fort bien acclimatées et s'y trouvent actuellement en assez grande quantité. Il saisit cette occasion pour s'élever contre la tendance qu'ont certaines personnes à introduire chez nous une foule de plantes étrangères à notre flore. Ces essais d'acclimatation, conduits d'une façon inconsidérée, peuvent non-seulement altérer le caractère des flores locales, mais peuvent quelquefois avoir de sérieuses conséquences économiques.

M. le prof. BILLETER entretient la Société des progrès récents de la chimie physique, en particulier des dernières recherches sur la *pression osmotique*. Les phénomènes osmotiques ont permis d'entrevoir la nature intime des solutions, et permettent de conclure avec une certaine probabilité que les corps en solution sont dans un état comparable à l'état gazeux. Les expériences qui ont été faites, surtout au moyen de membranes de précipitation, ont permis de reconnaître certains faits ou certaines lois relatives aux corps en solution. La pression osmotique est proportionnelle à la concentration des solutions mises en observation. Elle est proportionnelle à la température absolue. Ces deux lois sont pareilles aux lois de Mariotte et de Gay-Lussac, qui se rapportent aux gaz. En outre, des solutions de substances différentes, qui contiennent pour la même quantité de matière dissolvante des quan-

tités de substances proportionnelles à leur poids moléculaire, présentent les mêmes pressions osmotiques, ce qui correspond à la loi d'Avogadro pour les gaz. Cette même loi d'Avogadro trouve son application aux solutions d'une autre façon encore; en effet, en calculant la pression osmotique absolue d'un corps en solution, on arrive, à une très grande approximation, au même chiffre que celui que l'on obtiendrait en calculant la pression qu'exercerait la quantité équivalente d'un gaz sous le même volume.

M. le prof. WEBER présente un échantillon du câble électrique qui a été posé dans le tunnel du Saint-Gothard et qui réunit d'une façon très heureuse les qualités requises par les conditions particulières de cette installation. L'enveloppe extérieure de ce câble est formée par des fils d'acier à section profilée, qui s'emboîtent les uns dans les autres et assurent une protection parfaite du noyau intérieur, tout en maintenant une certaine élasticité.

SÉANCE DU 10 MAI 1894

Présidence de M. O. BILLETER

Après la lecture du procès-verbal, M. le PRÉSIDENT invite la Société à désigner deux délégués officiels pour la représenter à la réunion de la Société helvétique à Schaffhouse. Le président et le vice-président sont désignés pour faire partie de cette délégation.

M. le prof. BÉRANECK fait une communication sur la *genèse du bassin du Léman, d'après M. le prof. Forel*. M. Béraneck présente un exposé très clair des théories de M. Forel sur le bassin du Léman. Il fait la critique de ces théories et, sans entrer dans le vif du sujet, il exprime le regret que l'auteur n'ait pas paru tenir un compte suffisant de certains faits relatifs à la faune du Léman.

M. le Dr Edouard CORNAZ lit une note sur l'*Aster Garibaldii* (Brügger), de laquelle il résulte que cette prétendue espèce n'est qu'une forme remarquable de l'*A. alpinus* (L.), qui paraît propre à la Rhétie et qui ne se montre pas toutes les années, comme il a pu s'en assurer à Bormio; ce qui prouve encore son assertion, c'est qu'on trouve parfois des pieds portant un rameau monocéphale (*A. alpinus*) et un polycéphale (*A. Garibaldii*), comme le démontre un des échantillons qu'il soumet à la Société. (Voir p. 66.)

Revenant à l'*Euphrasia Christii* (Favrat), dont il a déjà entretenu la Société à propos de la flore du Simplon, M. Cornaz rapporte qu'au bout d'un temps plus ou moins long, les exemplaires conservés en herbier présentent des fleurs presque blanches, et cela même parfois au bout de moins de deux ans. Il rappelle à ce sujet que bien d'autres fleurs jaunes changent de couleur à la dessiccation, devenant d'un brun-noirâtre, orangées ou vertes, selon les espèces. En tout cas, il y aura lieu d'étudier encore les caractères de l'*E. Christii*, bien voisin de l'*E. alpina* (Lam.) et qui, croit-il, n'ont été décrits, et cela très brièvement, que par M. Gremli (*Neue Beitr. zur Flora der Schweiz*, Hft. 4, 1887, pag. 27, 28).

M. le prof. TRIPET fait toutetois remarquer que l'espèce a été créée par le prof. L. Favrat, de Lausanne, qui avait étudié très spécialement ce genre difficile et qui lui avait indiqué près de Tête-de-Ran une localité jurassienne d'une forme alpine, fleurissant au mois d'août, ce qu'il n'a pu vérifier jusqu'ici.

Quant au changement de couleur de certaines fleurs jaunes, on peut parfois y obvier en les séchant par très petits paquets et rapidement, changeant le papier buvard dès qu'il est humide, fût-ce plusieurs fois par jour; suivant en cela les conseils du Dr Lerch, il a pu conserver sans altération des couleurs le *Cytisus decumbens* (Walp.), soit *Genista Halleri* (Reyn.).

M. LEGRANDROY, professeur, parle ensuite sur les *transformations des formules de la mécanique céleste*. M. LeGrandRoy rend compte des derniers progrès des sciences mathématiques dans ce domaine. Ces travaux, dus en partie à Gylden, tendent à éliminer des formules de Laplace les termes séculaires. Ils présentent une grande importance au point de vue des questions théoriques relatives aux divergences des observations et des calculs et trouvent leur application dans les études portant sur l'éther, sur la question d'un milieu résistant et sur celle de la stabilité du système solaire.

SÉANCE DU 24 MAI 1894

Présidence de M. Paul GODET, vice-président

En l'absence du secrétaire, la lecture du procès-verbal est renvoyée à la prochaine séance.

MM. O. BILLETER et F. TRIPET présentent comme candidat M. H. Rivier, assistant au laboratoire de chimie.

M. le Dr G. BOREL parle de la thèse de M. le Dr Narbel sur l'*Eclairage naturel des écoles de Neuchâtel*. La myopie, dit-il, a acquis de nos jours une importance capitale ; elle constitue pour certains Etats un danger national. En Allemagne, on considère la myopie comme étant un produit de l'école et de nombreuses statistiques prouvent assez combien cette opinion est fondée. En Belgique, on a réussi, grâce à des mesures énergiques prises dans la question de l'éclairage des salles d'école, à diminuer considérablement la myopie. La thèse de M. Narbel traite donc d'un sujet éminemment actuel. M. Borel relève le soin avec lequel M. Narbel a recherché dans un grand nombre de nos salles d'école les places qui présentent une quantité

de lumière considérée comme suffisante et celles qui ne possèdent pas cette quantité normale. Il met en circulation quelques-uns des plans de M. Narbel. On est étonné de voir que non-seulement beaucoup de nos anciennes salles sont défectueuses au point de vue de l'éclairage, mais que quelques-unes des nouvelles et des mieux éclairées ne sont point des modèles sous ce rapport.

Une discussion s'engage sur ce sujet entre MM. BARBEZAT, P. GODET, BERTRAND et DUPASQUIER, au cours de laquelle il est émis des opinions assez différentes, tant sur l'éclairage naturel de nos salles d'école que sur leur éclairage artificiel, le mobilier, etc. En somme, il ressort de cette discussion que ceux qui ont passé sur les bancs du collège latin n'ont pas conservé un bon souvenir de ses installations matérielles.

M. Léon DUPASQUIER présente, en son nom et en celui de MM. les professeurs D^r A. PENCK, à Vienne, et D^r Ed. BRÜCKNER, à Berne, un mémoire sur le *Système glaciaire des Alpes*. Il résulte des études de ces trois savants, qui embrassent actuellement la plus grande partie du périmètre des Alpes, que l'on peut presque partout distinguer trois séries de dépôts glaciaires, séparées les unes des autres soit par de puissantes couches d'altération subaérienne, soit par de profondes érosions, soit enfin par des dépôts non glaciaires. (Voir p. 70.)

SÉANCE DU 7 JUIN 1894

Présidence de M. O. BILLETER

Le procès-verbal de la séance du 10 mai ne donne lieu à aucune observation.

M. H. RIVIER, assistant au laboratoire de chimie, est reçu à l'unanimité membre actif de la Société.

M. le PRÉSIDENT rappelle que la séance générale publique prévue par le Règlement doit être fixée prochainement. Sur sa proposition, on décide que cette séance aura lieu le 21 juin prochain, et on renvoie au bureau le soin de l'organiser.

M. H. RIVIER présente une étude *sur la constitution des thiurées*. Cette communication forme une suite à celle de M. Billeter sur le même sujet, faite dans la séance du 23 mars 1893. Elle a trait principalement à la transformation des pseudo-dithyobiurées, obtenues naguère par M. H. de Pury, en dithyobiurées normales et aux conditions dans lesquelles s'opère cette transformation. (Voir p. 152.)

M. Pierre DE MEURON attire l'attention de la Société sur la 2^{me} livraison, qui vient de paraître, du Catalogue des oiseaux de la Suisse, publié aux frais du département fédéral de l'agriculture par MM. Victor Fatio et Th. Studer. Il insiste sur l'intérêt que présentent de pareils ouvrages et recommande aux membres de la Société les questionnaires qui sont envoyés à tous ceux qui sont à même de faire des observations ornithologiques.

SÉANCE DU 21 JUIN 1894

Présidence de M. Paul GODET, vice-président

Les procès-verbaux des séances du 24 mai et du 7 juin sont lus et adoptés.

M. P. GODET rappelle en termes émus la mémoire de notre Président honoraire, M. Louis DE COULON, décédé depuis la dernière séance et donne lecture de la lettre suivante, par laquelle la Société annonce la mort de son vénéré président honoraire aux sociétés scientifiques qui entretiennent avec elle des relations d'amitié :

« Le Comité de la SOCIÉTÉ DES SCIENCES NATURELLES DE NEUCHÂTEL a la douleur de vous annoncer la mort de

Monsieur le D^r LOUIS DE COULON,

survenue à Neuchâtel le 13 juin 1894.

« Né le 2 juillet 1804, M. de Coulon a participé activement à la fondation de notre Société en 1832; il en est devenu président en 1836. Dès lors, l'existence de notre Société, dans ses bons et ses mauvais jours, fut si intimement liée à la sienne, il la soutint et l'encouragea avec tant de constance, de dévouement et de sollicitude, que la reconnaissance filiale et la haute estime de ce corps le maintinrent pendant plus d'un demi-siècle au siège de la présidence, jusqu'en 1890, où il fut nommé président honoraire.

« C'est avec la plus profonde vénération que nous rappelons cette rare et belle carrière, qui laisse parmi nous un souvenir impérissable et d'unanimes regrets.

« Neuchâtel (Suisse), le 15 juin 1894. »

M. le D^r Ed. CORNAZ demande que le portrait de M. de Coulon soit annexé à notre prochain Bulletin. Chacun est d'accord avec cette proposition, ainsi qu'avec celle de M. Godet de charger M. L. Favre de rédiger une notice biographique.

M. Léon DUPASQUIER présente une série de tracés du limnimètre enregistreur installé actuellement à Cudrefin.

M. le D^r Edouard CORNAZ donne, d'après une monographie récente de M. F. Crépin sur les *Roses hybrides*, l'indication de celles qui se trouvent dans le canton de Neuchâtel, qui toutes ont pour ascendant le *Rosa alpina* ou le *R. pimpinellifolia*. Les *R. spinulifolia* (Dematra) et *vestita* (Godet), proviennent de l'*alpina* et du *tomentosa*; le *R. salavensis* (Rap.) et le *R. Perrieri* (Song.), de l'*alpina* et du *glauca*; le *R. rubella* (auct. helv., non Sw.) et le *R. Sirei* (Christ, ut

varietas) du *pimpinellifolia* et de l'*alpina*; le *Sabini* (Woods) est un *pimpinellifolia* $\times$ *tomentosa*. Quant au *R. dichroa* (Lerch), M. Crépin laisse planer quelque doute sur son origine; si c'est un *pimpinellifolia* $\times$ *omissa*, l'influence de ce dernier a été très faible. M. Cornaz ajoute que le soi-disant *R. alpestris* (Rap.), du Val-de-Travers, serait pour M. Crépin, d'après une lettre du Dr Lerch, un *R. decipiens* (Sagorski), et dès lors nullement une forme hybride.

M. le PRÉSIDENT annonce que la séance générale, qui devait avoir lieu aujourd'hui, a été renvoyée par suite du décès de M. de Coulon et que le bureau propose d'en fixer la date en automne. Après une courte discussion, la question est encore une fois renvoyée au bureau.

M. le prof. TRIPET signale une nouvelle station du *Genista Halleri* (Reyn.), où cette plante est extrêmement abondante, sur le versant nord de la Tourne, près de la ferme appelée la Cour. C'est là qu'il l'a trouvée aujourd'hui même pendant une excursion avec ses étudiants.

Il dit ensuite que l'*Iberis decipiens* (Jord.), que l'on avait pris autrefois pour l'*I. amara* et qui se trouve dans les éboulis calcaires au-dessus de la source de la Noiraigue, est descendu de là tout le long du cours de la Reuse et s'est propagé ensuite le long du bord du lac jusqu'à Yverdon.

SÉANCE PUBLIQUE ANNUELLE A FLEURIER

le 25 octobre 1894

Présidence de M. O. BILLETER, prof.

Le programme de cette première réunion, arrêté par le bureau et quelques-uns de nos amis de Fleurier, était le suivant: Départ de Neuchâtel à midi. A 2 heures, 1^{re} séance publique au Musée de Fleurier; — Promenade au Mont-de-Sassel et à Saint-Sulpice. — A 6 heures, 2^{me} séance au Musée; — Conférence de M. Léon Du Pasquier; — Réception de candidats; — A 7 ¹/₄ heures, souper en commun à l'hôtel de la Poste.

Malgré le temps horrible qu'il faisait, 25 membres environ de notre Société ont assisté à cette réunion, et un nombreux et sympathique public de Fleurier est venu garnir la grande salle du Musée.

M. le PRÉSIDENT, en ouvrant la séance, prononce quelques paroles de bienvenue à ceux qui n'ont pas craint de braver la tempête pour témoigner de l'intérêt qu'ils portent aux travaux de la Société; il exprime la reconnaissance de cette dernière pour l'aimable accueil qui lui est fait par la population de Fleurier et en particulier par les personnes dévouées qui ont préparé la réception d'aujourd'hui. Il déclare ensuite ouverte la 1^{re} assemblée publique de la Société des sciences naturelles et forme des vœux pour que cette nouvelle institution contribue à développer notre Société et soit le point de départ d'une vie et d'une activité nouvelles.

Quatre candidats sont présentés: MM. le Dr *Cavin* et *Jean Jéquier*, de Fleurier, le Dr *Félix Etienne* et le prof. *F. Rufener*, de Neuchâtel. Il sera procédé au vote dans la seconde séance.

Dans la salle est exposée une collection d'oiseaux et de petits mammifères de Chine rapportés par M. Loup, de Môtiers. Cette exposition intéresse vivement les membres de la Société.

M. le prof. L. FAVRE prend ensuite la parole pour lire une notice biographique sur celui qui fut l'âme de notre Société pendant plus d'un demi-siècle, Louis de Coulon. Cette notice, écoutée avec une attention soutenue par tout l'auditoire, sera publiée au Bulletin. (Voir p. 273.)

Le programme prévoyait ensuite une excursion au Mont-de-Sassel. Il fallut y renoncer à cause du temps. Néanmoins, un assez grand nombre de membres se rendirent à Saint-Sulpice, où les honneurs de la fabrique de ciment leur furent faits avec beaucoup de bonne grâce par le directeur, M. Gustave Dubied. A 6 heures, nouvelle séance au Musée. M. Léon DU PASQUIER fait une communication sur *l'histoire géologique du Val-de-Travers*; ce travail est accompagné de nombreux profils géologiques dressés par M. Du Pasquier. (Voir Annexe.)

On procède ensuite à l'élection des candidats qui sont reçus à l'unanimité, puis la séance est déclarée close. Un charmant souper réunit les participants à l'hôtel de la Poste. M. le prof. BILLETER y porte la santé de Fleurier et M. ANDRÉE celle de la Société neuchâteloise des sciences naturelles.

La plupart des membres rentrent en ville par le train de 9 heures.



LISTE

DES

OUVRAGES REÇUS PAR LA SOCIÉTÉ

du 1^{er} décembre 1893 au 31 décembre 1894

- Adelaïde* (Sud-Australie). Royal Soc. of. S.-A. — Transact., vol. XVII, 2.
- Albany*. University of the state of New-York. — 1. State library. — 1. Bull. : Legislation, n^o 4; 2. 73th-75th an. reports of the regents for 1890, 1891 a. 1892; — 2. New-York state Museum. — Ann. report of the trustees, n^{os} 45 a. 46.
- Angers*. Acad. des sc. et belles-lettres. — Mémoires, nouv. période, T. I.
- Auxerre*. Soc. des sc. hist. et natur. de l'Yonne. — Bull., vol. 47.
- Bâle*. Naturforsch. Gesellsch. — Verhandl., B. IX. 3.
- Bar-sur-Seine*. Soc. d'apicult. de l'Aube. — Bull., n^{os} 135-141.
- Beaune*. Soc. d'hist., d'archéolog. et de litt. — Mém., 1892.
- Berlin*. 1. K. Pr. Akad. der Wissenschaften. — Sitzungsber., 1893, 39-53; 1894, 1-38.
 2. Deutsche geolog. Gesellsch. — Zeitschrift, B. XLV. 3 u. 5; XLVI, 1 u. 2.
 3. Botan. Verein der Prov. Brandenburg. — Verhandl., 35. Jahrg.
- Berne*. 1. Commission géolog. suisse. — Matériaux pour la carte géolog. de la Suisse, 8^{me} livr., 1^{er} suppl. : Structure et hist. géolog. de la partie du Jura central comprise entre le Doubs, le val de Delémont, le lac de Neuchâtel et le Weissenstein, par Louis Rollier; 21^{me} Lief., 1 u. 2, mit Atlas.

2. Naturf. Gesellschaft. — Mittheil., 1893, nos 1305-1334.
 3. Schweizer. Naturf. Gesellschaft. — 1. Verhandl. der 75. Sitzung in Basel, September 1892: — 2. Actes de la 76^{me} session à Lausanne, 1893; — 3. Compte-rendu des trav. présentés à la 76^{me} session, Lausanne, 1893.
- Bergen.* Bergens Museum. — 1. Aarsberetning for 1887, 1889, 1890, 1891; — 2. Aarbog for 1892.
- Besançon.* 1. Soc. d'Emulation du Doubs. — Mém., 6^{me} série, vol. 7.
2. Soc. d'horticult. du Doubs. — Bull., 1893 et 1894.
- Béziers.* Soc. d'étude des sc. natur. Bull., vol. XV.
- Bistritz.* Gewerbeschule. Jahresber., XVIII.
- Bonn.* Naturhist. Verein der preuss. Rheinlande u. Westfalens. — Verhandl., Jahrg. 50, 2^{te} Hälfte; 51, 1^{te} Hälfte.
- Boston.* Soc. of natur. history. — 1. Mem., vol. IV, 11; — 2. Proceed., vol. XXVI, 1; — 3. Occasional papers, IV: Geology of the Boston basin, vol. I, part. 1.
- Bremen.* Naturwissenschaftl. Verein. — Abhandl., B. XIII, 1 und Extra-Beilage.
- Brest.* Soc. académique. — Bull., 2^{me} sér., T. XVIII.
- Brünn.* Naturforsch. Verein. — 1. Verhandl., B. XXXI: — 2. Meteorolog., Comm., XI. Ber.
- Bruuxelles.* 1. Soc. entomolog. de Belgique. — 1. Mém., T. II; — 2. Annales, T. XXXVII.
2. Soc. belge de microscopie. — 1. Annales, T. XVII, 2; XVIII, 1; — Bull., 20^{me} ann., 1-10.
3. Soc. royale de botan. de Belgique. — Bull., T. 30 et 31.
- Budapest.* K. Ungar. geolog. Anstalt. — 1. Mittheil. aus dem Jahrb., B. X, 4-6; — 2. Földtani Közlöny, XXIII, 9-12; XXIV, 1-10.
- Buenos-Aires.* Instit. geog. Argentino. — Boletin, T. XIV, 5-12; XV, 1-4.
- Caen.* Soc. linnéenne de Normandie. — Bull., 4^{me} sér., vol. 7.
- Calcutta.* Geolog. Survey of India. — Records, vol. XXVI, 4; XXVII, 1 a. 2.
- Cambridge (U.-S.).* Museum of comparat. Zoölogy. — 1. Bull., XXV, 2-11; — 2. Ann. report of the curator for 1892-93.
- Cassel.* Verein für Naturkunde. — XXXIX. Bericht.

- Catania*. Accad. gioenia di sc. natur. — 1. Atti, ser. 4, vol. VI; — 2. Bull. mensile, fasc. 33-35.
- Chambéry*. Acad. des sc., belles-lettres et arts de Savoie. — Documents, T. VII.
- Charleroy*. Soc. paléontolog. et archéolog. — Documents et rapports, T. XIX, 1 et 2.
- Chemnitz*. Naturwissenschaftl. Gesellschaft. — 12. Bericht, 1889-1892.
- Coimbra*. Soc. Broteriana. — Bol., XI, 1-4.
- Coinre*. Naturf. Gesellschaft Graubündens. — Jahresber., B. XXXVII.
- Cordoba* (Rép. Argent.). Acad. nacional de ciencias. — Bol., T. XIII, 2-4; XIV, 1-4.
- Davenport*. Academy of natur. sciences. — Proceed., vol. V, 2.
- Dav.* Soc. de Borda. — Bull., 1893, 4; 1894, 1.
- Des Moines* (U.-S.). Iowa geolog. Survey. — Vol. I: First ann. report for 1892.
- Dresden*. Naturw. Gesellschaft Isis. — Sitzungsber. u. Abhandl., 1893, 7-12; 1894, 1-6.
- Dublin*. 1. Royal Irish Academy. — 1. Transact., vol. XXIX, 5-10; XXX, 11-14; — 2. Proceed., 3th ser., vol. III, 1 a. 2.
2. Royal Dublin Soc. of sciences. — 1. Scientif. Transact., ser. II, vol. IV, 14; V, 1-4; — 2. Scientif. Proceed., VII, 5; VIII, 1 a. 2.
- Edimbourg*. 1. Royal phys. Soc. — Proceed., 1892-93; 1893-94.
2. Royal Society. — 1. Transact., vol. XXXVII, parts I a. II; — 2. Proceed., vol. XIX, 1891-92.
- Erlangen*. Phys.-Medicin. Soc. — Sitzungsber., 25. Heft.
- Florence*. Soc. entomolog. italiana. — 1. Bull., an. 25^o, IV; 26^o, I e II; — 2. Resoconti di adunanza e bull. bibliografico, anno XXVI; — 3. Statuto della Società.
- Frankfurt a.-M.* Senckenberg. naturf. Gesellschaft. — 1. Abhandl., B. XVIII, 2. u. 3. Heft; — 2. Ber., 1894.
- Freiburg i.-B.* Naturf. Gesellschaft. — Ber., B. VIII.
- Fribourg*. Soc. fribourg. des sc. natur. — Le Déluge devant la critique historique, par Raymond de Girard, 1^{re} part.

- Genève.* Institut nation. genevois. — Bull., T. XXXII.
- Glasgow.* Natural hist. Society. — Proceed. a. Transact., vol. III, part. III.
- Greifswald.* Naturwissenschaftl. Ver. für Neu-Vorpommern u. Rügen. — Mittheil., 25. Jahrg.
- Güstrow.* Verein der Freunde der Naturg. in Mecklenburg. — Archiv, 47. Jahrg.
- Halle a.-S.* 1. K. Leopold.-Carol. deutsche Akad. der Naturforscher. — Leopoldina, 28. und 29. Heft.
2. Verein für Erdkunde. — Mittheil., 1891-94.
- Hambourg.* Naturwissenschaftl. Verein. — Verhandl., 1893, 3^{te} Folge: 1.
- Hanovre.* Naturhist. Gesellschaft. — 42. und 43. Jahresber.
- Harlem.* Soc. holland. des sc. — Archives néerland. des sc. exactes et natur., T. XXVII, 4 et 5; XXVIII, 1-4.
- Havre.* Soc. géolog. de Normandie. — Bull., T. XIV.
- Kiel.* Naturwissenschaftl. Ver. für Schleswig-Holstein. — Schriften, B. X, 1.
- Klagenfurt.* Naturhistor. Landes-Museum von Kärnten. — 1. Jahrbuch, 20-22. Heft; — 2. Diagramme der magnetisch.- u. meteorologischen Beobachtungen zu Klagenfurt, von F. Seeland, 1890-92.
- Landshut.* Botanischer Verein. — Bericht, 13.
- Lausanne.* 1. Soc. vaudoise des sc. natur. — Bull., 3^{me} sér., vol. XXIX, 113; XXX, 114.
2. Soc. géolog. suisse. — Recueil périod., vol. II, 5; III, 5; IV, 1 et 2.
- Leipzig.* 1. Naturforsch. Gesellschaft. — Sitzungsber., Jahrg. 15-18.
2. Zoolog. Anzeiger. XVII. Jahrg., nos 435-463; — XVI. Jahrg. 1893, enthaltend: Titel u. Inhalt, sowie Literatur II. Sem., Bogen 28-40.
- Liège.* Soc. géolog. de Belgique. — Annales, T. XX, 2; XXI, 1 et 2.
- Lisbonne.* Direction des travaux géologiques du Portugal. — Description de la faune jurassique du Portugal: Classe des Céphalopodes, par P. Choffat. 1^{re} sér., Ammonites du Lusitanien de la contrée de Tones-Vedras.

- Londres*. 1. Royal Soc. — Proceed., vol. LIV, 328-331; LV, 332-335; LVI, 336-339.
 2. Zoolog. Soc. — 1. Transact., vol. XIII, 8 a. 9; — 2. Proceed. for the year 1893, part. IV; 1894, part. I-III.
- Lund*. Universit. Lundensis. — Acta. T. XXIX, 2.
- Lyon*. Soc. linnéenne. — Annales, T. 39 et 40.
- Madison* (U.-S.). Wisconsin Acad. of sc., arts a. letters. — Transact., vol. IX, 1 a. 2.
- Madras*. Madras Government Museum. — Bull., n° 1.
- Madrid*. Observatorio de Madrid. — Treinta años de observac. meteorolog., 1860-89.
- Magdeburg*. Naturwissenschaftl. Verein. — Jahresber. und Abhandl., 1893-1894. 1^{tes} Halbjahr; — Festschrift zur Feier des 25 jährigen Stiftungstages des Vereins.
- Manchester*. Literary a. philosoph. Soc. — Mem. a. Proceed., 4th ser., vol. VII, 2 a. 3; vol. VIII, 1-4.
- Marseille*. 1. Faculté des sc. — Annales, T. II, 1-4; T. III.
 2. Soc. de statistique. — Répertoire des travaux, T. 43.
- Meriden* (Connect.). Scientif. Assoc. — Transact., vol. V.
- Milan*. Soc. italiana di sc. natur. — Atti, vol. XXXIII, 1 e 2; XXXIV, 4.
- Minneapolis*. Geolog. a. natur. hist. Survey of Minnesota. — Bull., n° 8.
- Montbéliard*. Soc. d'Emulation. — Mém., 3^{me} sér., vol. XXIII.
- Montevideo*. Museo nacional. — Anales, I, II.
- Montpellier*. Acad. des sc. et lettres. — Mém.: Sciences, 2^{me} sér., T. I, 1 et 2; Médecine, 2^{me} sér., T. I, 1.
- Moscou*. Soc. impér. des naturalistes. — Bull., 1893, 2-4; 1894, 1 et 2.
- Mulhouse*. Soc. industrielle. — 1. Bull., 1893, oct.-déc.; 1894, janv.-oct.; — 2. Progr. des prix proposés pour 1895.
- Munich*. K. bayer. Akad. der Wissenschaften. — 1. Sitzungsber. der Mathematisch-physikal. Classe, 1892, III; 1893, I u. II; — 2. Gedächtnisrede auf Karl von Nägeli, von K. Göbel.
- Münster*. Westfal. Provinzial-Ver. für Wissenschaft u. Kunst. 21. Jahresber.

Nancy. Soc. des sciences. — 1. Bull., sér. II. T. XIII, fasc. 28;
— 2. Bull. des séances, 5^{me} ann., 1-9.

Neuchâtel. 1. Ecole d'horlogerie. — Leçons d'horlogerie théorique, par H. Grossmann, directeur : Cahiers 1-5.

2. Soc. helvétique pour l'échange des plantes. — Catal. des plantes distribuées en 1892 et 1893.

New-Haven. 1. American Journ. of sciences, vol. XLVI, 276; XLVII, 277-282; XLVIII, 283-288.

2. Observatory of Yale University. — Report to the president a. fellows by the board of managers, 1893-94.

New-York. Acad. of sciences. — Annals, vol. VI, Index; VII, 6-12; VIII, 1-4.

Nîmes. Soc. d'étude des sc. natur. — Bull., 21^{me} ann., 3 et 4 et supplément; 22^{me} ann., 1.

Orléans. Soc. d'agricult., sc., belles-lettres et arts. — Mém., T. XXXI, 4; XXXII, 1-4.

Padoue. Soc. Veneto-Trent. di sc. natur. — 1. Atti, ser. II, vol. 1, 2; — 2. Bull., T. V, 4.

Paris. 1. Soc. zoologique de France. — Bull., T. XVIII, 1-6.

2. Soc. géolog. de France. — 1. Bull., T. XX, 8; XXI, 2-5; — 2. Compte-rendu des séances, T. XXI, 17 et 18; XXII, 1-18.

3. Feuille des Jeunes natur., nos 253-290.

Philadelphie. Acad. of natur. sc. — 1. Proceed., 1893. II a. III; — 2. Journal, 2^{me} ser., vol. X, part. I.

Pise. Soc. toscana di sc. natur. — Atti. 1. Mem., T. XIII; — 2. Proc. verb., vol. VIII, fol. 232-241; IX, fol. 1-132.

Porrentruy. Soc. jurassienne d'Emulation. — Actes, ann. 1892. 2^{me} sér., vol. III.

Regensburg. Naturwissenschaftl. Ver. — Ber., IV. Heft.

Rio-de-Janeiro. 1. Instituto hist., geogr. e ethnograph. do Brazil. — 1. Revista trimensal, T. LV, 2; — 2. Homenagem do Instituto : sessao extraordinaria em comemoracao do fallecimento de S. M. Don Pedro II.

2. Musée national de Rio-de-Janeiro. — Archives, vol. VIII.

Rochester (N.-Y.). Academy of science. — Proceed., vol. II, 2.

- Rome.* 1. Reale Accad. dei Lincei. — Atti, ser. 4; Rendiconti, 1890, 2^o sem., vol. VI, 7 e 9; ser. 5, 1893, 2^o sem., vol. II, 9-12; 1894, 1^o sem., vol. III, 1-12; 2^o sem., vol. III, 1-12.
2. R. Comitato geolog. d'Italia. — Boll., vol. XXIV, 1-4.
3. Soc. romana per gli studi zoolog., vol. II, 7 e 8; III, 1-4.
4. Ufficio centr. meteorolog. e geodinam. italiano. — Annali, ser. 2^a, vol. XII, 1; XIV, 1; XV, 1.
- Rouen.* Soc. de médecine. — Bull., 2^{me} sér., vol. 7.
- Saint-Dié.* Soc. philomat. vosgienne. — Bull., 19^{me} ann.
- Saint-Gall.* Naturwissenschaftl. Gesellschaft. — Ber., 1891-92.
- Saint-Louis.* Acad. of science. — Transact., vol. VI, 2-8.
- Saint-Petersbourg.* 1. Acad. impér. des sc. — Bull., nouvelle sér. IV (XXXVI), 1 et 2; sér. V, T. 1, 1-5.
2. Horto Petropolitani. — Acta, T. XIII, 1.
- Salem.* Essex Institute. — 1. Bull., vol. 23, 24 a. 25, 1-3; — 2. Henry Wheatland: Sermon preached by Rev. Edmond B. Willson.
- San-Francisco.* California Acad. of sc. — 1. Proceed., 2th ser., vol. III, 2; — 2. Occasional papers of the Acad., vol. IV.
- San-José de Costa Rica.* Instituto fisico-geograf. y del Museo nacional. — 1. Anales, T. III, 1890; — 2. Etnologia Centro-Americana.
- Santiago.* 1. Soc. scientif. du Chili. — Actes, T. II, 4; III, 1-5; IV, 1-3.
2. Deutscher wissenschaftl. Verein. — Verhandl., B. II, 5. u. 6.
- Soleure.* Naturforsch. Gesellschaft. — IX. Bericht.
- Stockholm.* 1. Acad. royale suédoise des sc. — 1. Handlingar. Bd. 25, 1 (1892); — 2. Oefversigt of K. wetenskaps Akademiens Förhandlingar, 1893; — 3. Carl von Linnés brevexling; — 4. Lefnadsteckningar, B. 3, h. 2; — 5. Accessionskatalog, 8 (1893).
2. Inst. royal géolog. de Suède. — Publ., série Aa, nos 108 et 109; Ab., nos 13-15; Bb., no 7; C., nos 112, 116-134.
3. Entomolog. Tidskrift. — Arg. 14, h. 1-4.
- Stuttgart.* Ver. für vaterländ. Naturkunde in Württemberg. — 50. Jahreshft.

Sydney. 1. Royal Society of New South Wales. — Journ. a. Proceed., vol. XXVII.

2. Australian Museum. — Ann. Report of the trustees for 1891, 1892 et 1893.

Topeka. Kansas Acad. of. science. — 1. Transact. of the 24th a. 25th meetings, 1891-92, vol. XIII. — 2. Check list of the plants of Kansas.

Trieste. 1. Soc. adriatica dei sc. natur. — Boll., vol. XV.

2. Osservatorio astronom.-meteorolog. — Rapp. ann., 1891.

Tromsö. Museum. — 1. Aarshefter, 16; — 2. Aarsberetn. for 1892.

Tufts (Mass.). Tufts College. — Studies, nos I-III.

Turin. 1. Reale Accad. delle sc. — 1. Mem., ser. 2^a, T. XLIII; — 2. Atti, T. XXVIII, 9-15; XXIX, 1-15.

2. Osservatorio della R. Università di Torino. — Osservaz. meteorolog. fatte nell' anni 1892 e 1893, del Dr Rizzo.

Venise. Notarisia: Commentar ficolog. — Anno 1893, vol. VIII, 5, 6, e complemento; 1894, vol. IX, 2.

Vienne. 1. K. Akad. der Wissenschaften. — Sitzungsber.: 1. Abtheil., B. CII, 1-7; — 2. Abtheil. a) B. CII, 1-7; b) B. CII, 1-7; — 3. Abtheil., B. CII, 1-7

2. K. u. K. geolog. Reichsanstalt. — 1. Verhandl., 1893, 11-18; 1894, 1-9; — 2. Jahrb., B. XLI, 4; XLIII, 2-4; XLIV, 1; — 3. Abhandl., B. VI, 2. Die Cephalopoden der Hallstätter Kalke; B. XV, 4 u. 5; XVII, 3.

3. K. u. K. zoolog.-botan. Gesellschaft. — Verhandl., B. XLIII, 3 u. 4; XLIV, 1 u. 2.

4. Verein zur Verbreit. naturwissenschaftl. Kenntnisse. — Schriften, B. XXXIV.

Washington. 1. Smithson. Institution. — 1. Contribut. to knowledge, vol. XXVII, n^o 884; — 2. Miscellan. collections, vol. XXXIV, nos 630, 664, 665 a. 843; vol. XXXVI.

2. Bureau of Ethnology. — 1. Bibliography of the Salishan languages; — 2. Bibliogr. of the Chinookan languages; — 3. 8th and 9th ann. rep. of the Bureau. 1886-87 and 1887-88.

3. U.-S. National museum. — 1. Proceed., vol. XV; — 2. Bull., nos 42, 43 a. 46; — 3. Report of the U.-S. nation. museum for 1891 a. 1892.

4. Department of the interior. — U.-S. Geolog. Survey.
— 1. Monographs, vol. XIX, XXI a. XXII; — 2. Atlas
of the Eureka district, Nevada; — 3. Bull. of the U.-S.
geolog. Survey, nos 97-117; — 4. Mineral resources of
the U.-S., 1892 a. 1893; — 5. Eleventh ann. rep.
1889-90, part. I.
 5. U.-S. Coast a. geodetic. Survey. — Rep. of the Super-
intendent for 1891, II.
 6. U.-S. Naval Observatory. — Observat. made during the
year 1889.
 7. National Academy of sciences. Vol. V, fourth Memoir.
- Wiesbaden.* Nassauischer Ver. für Naturkunde. Jahrb., 47.
Jahrg.
- Würzburg.* Physikal.-Medicin. Gesellschaft. — Sitzungsber.,
Jahrg. 1893.
- Zurich.* 1. Naturforsch. Gesellschaft. — Vierteljahrschrift.
38. Jahrg., 3 u. 4; 39. Jahrg., 1 u. 2.
2. Schweizer. geodät. Commission. — Das Schweizerische
Dreiecknetz. 6. Band.

OUVRAGES REÇUS DE DIVERS SAVANTS

- Heim, Alb., prof.* — Geologische Nachlese.
- Ladame, Jämes.* — Nouvelle traversée du Jura : Tracé d'un
chemin de fer de Soleure à Montier.
- Micheli, Marc.* — Alphonse de Candolle et son œuvre scienti-
fique.
- Renier, Eug., prof.* — Géologie des Préalpes de la Savoie.
- Saint-Lager, Dr.* — Onothera ou Oenothera. — Les ânes et
le vin.
- Wolf, Rud., prof.* — Astronomische Mittheil., LXXXIII.



TABLE DES MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DU TOME XXII

	Pages
<i>L. Du Pasquier.</i> — Le glacière du Val-de-Travers . . .	3
<i>R. Chavannes.</i> — Des systèmes de transmission de force à grande distance par l'électricité. Coût du transport . . .	33
<i>Ed. Cornaz.</i> — La flore de Naples au premier printemps . . .	41
<i>L. Rollier.</i> — Sur les lapiés du Jura	54
<i>Ed. Cornaz.</i> — Quelques mots sur l' <i>Aster Garibaldii</i> (Brügger)	66
<i>A. Penck, Ed. Brückner et L. Du Pasquier.</i> — Le sys- tème glaciaire des Alpes : Guide publié à l'occasion du Congrès géologique international, 6 ^{me} session, à Zurich, en 1894	70
<i>H. Rivier.</i> — De l'action des chlorures thiocarbamiques bisubstitués sur les thiurées tertiaires et sur la thio- carbanilide. — Contribution à l'étude de la constitu- tion des thiurées.	152
<i>F. Tripet.</i> — Une autobiographie de Léo Lesquereux . . .	260
<i>Ad. Hirsch.</i> — Rodolphe Wolf (notice nécrologique) . . .	265
<i>L. Favre.</i> — Louis de Coulon (notice biographique). . .	273
<i>L. Du Pasquier.</i> — Coupes géologiques du Val-de-Tra- vers. (Annexe.)	
Rapport du directeur de l'Observatoire cantonal au dé- partement de l'Industrie et de l'Agriculture sur le concours des chronomètres observés pendant l'an- née 1893. <i>Ad. Hirsch.</i> Appendice I.	
Procès-verbal de la 37 ^{me} séance de la Commission géo- désique suisse, tenue à l'Observatoire de Neuchâtel, le 27 mai 1894. <i>R. Gautier.</i> Appendice II.	



TABLE DES MATIÈRES

des Procès-Verbaux des Séances

A. AFFAIRES ADMINISTRATIVES

	Pages
Nomination du bureau de la Société pour 1893-94 et 1894-95	305
Démission de membres actifs	305, 323
Réception de membres actifs	305, 308, 310, 328, 333
Rapport de la Commission des blocs erratiques	306
Mise à l'étude de la création d'une bibliothèque de la Société	308
Question du local des séances de la Société	312
Publication des hauteurs du lac	313, 323
Comptes de la Société, arrêtés au 31 décembre 1893	319, 320
Nomination de M. <i>L. Rollier</i> comme membre correspondant	320
Nomination de délégués à la session de la Société helvétique des sciences naturelles, à Schaffhouse	325
Décès de M. Louis de Coulon, président honoraire; lettre adressée à cette occasion aux Sociétés scientifiques avec lesquelles la Société neuchâteloise entretient des relations	329
M. L. Favre est chargé de la rédaction d'une notice biographique sur L. de Coulon	330
Séance générale à Fleurier	332
Liste des ouvrages reçus par la Société, du 1 ^{er} décembre 1893 au 31 décembre 1894	334

B. TRAVAUX SCIENTIFIQUES

1. ASTRONOMIE ET PHYSIQUE DU GLOBE

Sur les seiches du lac de Neuchâtel. <i>L. Du Pasquier</i>	306
	316, 318, 330
Sur les transformations des formules de la mécanique céleste. <i>E. LeGrandRoy</i>	327

2. MÉTÉOROLOGIE

Courbe des jaugeages des sources du Champ-du-Moulin. <i>R. Chavannes</i>	313
Tableau d'observations météorologiques faites pendant 30 années à Guebwiller. <i>L. Favre</i>	321

3. PHYSIQUE

Sur les systèmes de transmission de force à grande dis- tance par l'électricité. <i>R. Chavannes</i>	315
Observations de MM. <i>F. Borel</i> et <i>Ad. Hirsch</i>	315
Appareil nouveau pour reproduire facilement les figures de Lissajous. <i>R. Weber</i>	318
Sur les projets d'utilisation des forces du Niagara. <i>R. Chavannes</i>	320
Diagrammes se rapportant aux projets d'installation de transport d'énergie électrique, présentés au concours ouvert par la ville de Neuchâtel. <i>R. Weber</i>	322
Sur les modifications demandées à la maison Alioth par les autorités communales de Neuchâtel pour l'exécu- tion du projet adopté. <i>R. Chavannes</i>	323
Echantillon du câble électrique posé dans le tunnel du Saint-Gothard. <i>R. Weber</i>	325

4. CHIMIE

Sur la constitution des combinaisons organiques à liai- sons multiples, en particulier de la benzine. <i>O. Billeter</i>	309
Sur les progrès récents de la chimie physique, en parti- culier les dernières recherches sur la pression osmo- tique. <i>O. Billeter</i>	324
Sur la constitution des thiurées. <i>H. Rivier</i>	329

5. GÉOLOGIE

Sur les phénomènes glaciaires du Val-de-Travers. <i>L. Du Pasquier</i>	310, 313
Sur les lapiés du Jura. <i>L. Rollier</i>	319
Observations de MM. <i>L. Du Pasquier</i> , <i>H. Moulin</i> et <i>A. Perrochet</i>	319

Sur la genèse du bassin du Léman, d'après M. le professeur Forel. <i>Ed. Béraneck</i>	325
Sur le système glaciaire des Alpes. <i>A. Penck, Ed. Brückner et L. Du Pasquier</i>	328

6. BOTANIQUE

Adjonctions à la florule du Simplon. <i>Ed. Cornaz</i>	306
Remarque sur la nouvelle station d' <i>Euphrasia Christii</i> (Favrat), découverte par M. le Dr Cornaz. <i>F. Tripet</i>	307
Demande de renseignements sur la présence de fruits secs du <i>Colchicum alpinum</i> (DC) trouvés dans la terre par M. Cornaz. MM. <i>O. Billeter et P. Godet</i>	307
Observations de MM. <i>Cornaz</i> et <i>F. Tripet</i> au sujet du <i>Colchicum alpinum</i>	308
Notice sur la flore de Naples au premier printemps. <i>Ed. Cornaz</i>	308
Remarques de MM. <i>P. Godet</i> et <i>F. Tripet</i>	309
Sur le fruit du poirier du Japon. <i>F. Tripet</i>	312
Sur la culture de l'absinthe au Val-de-Travers. <i>F. Tripet</i>	312
Présentation de jeunes cacaoyers provenant de graines semées à Serrières. <i>C. Russ</i>	313
Anomalie de la fleur chez <i>Anemone nemorosa</i> L. <i>F. Tripet</i>	324
Acclimatation du <i>Fritillaria Meleagris</i> L. au-dessous de Chézard. <i>F. Tripet</i>	324
Note sur l' <i>Aster Garibaldii</i> (Brügger). <i>Ed. Cornaz</i>	326
Remarques sur la valeur spécifique de l' <i>Euphrasia Christii</i> (Favrat) et sur le changement de couleur des corolles après la dessiccation des plantes. <i>Ed. Cornaz</i> et <i>F. Tripet</i>	326
Roses hybrides de la flore neuchâteloise, d'après M. F. Crépin. <i>Ed. Cornaz</i>	330
Nouvelle station du <i>Genista Halleri</i> (Reyn.) et de l' <i>Iberis decipiens</i> (Jord.). <i>F. Tripet</i>	331

7. ZOOLOGIE

Le nid du Fournier hornero (<i>Furnarius rufus</i>). <i>Munsch-Perret</i> et <i>P. Godet</i>	317
Acquisition d'amphibiens rares de l'Amérique du Nord pour le Musée communal. <i>P. Godet</i>	323
Sur la 2 ^{me} livraison du Catalogue des oiseaux de la Suisse. <i>P. de Meuron</i>	329
Oiseaux et petits mammifères de Chine exposés à l'occasion de la séance générale à Fleurier, par M. <i>Loup</i>	333

8. HYGIÈNE ET MÉDECINE

Sur l'éclairage naturel des écoles de Neuchâtel, d'après la thèse de M. le Dr Narbel. <i>G. Borel</i>	327
Discussion à ce sujet entre MM. <i>Barbezat, P. Godet,</i> <i>Bertrand et Du Pasquier</i>	328

9. DIVERS

Notice nécrologique sur Rodolphe Wolf. <i>Ad. Hirsch</i> .	314
Sur les derniers travaux de Léo Lesquereux. <i>F. Tripet</i>	316
Conclusions d'une commission d'étude sur les dangers résultant de l'anesthésie par le chloroforme. <i>S. de</i> <i>Perrot et P. de Meuron</i>	322
Notice biographique sur L. de Coulon. <i>L. Favre</i> . . .	333
Visite de la fabrique de ciment à Saint-Sulpice . . .	333



PROFILS

DU

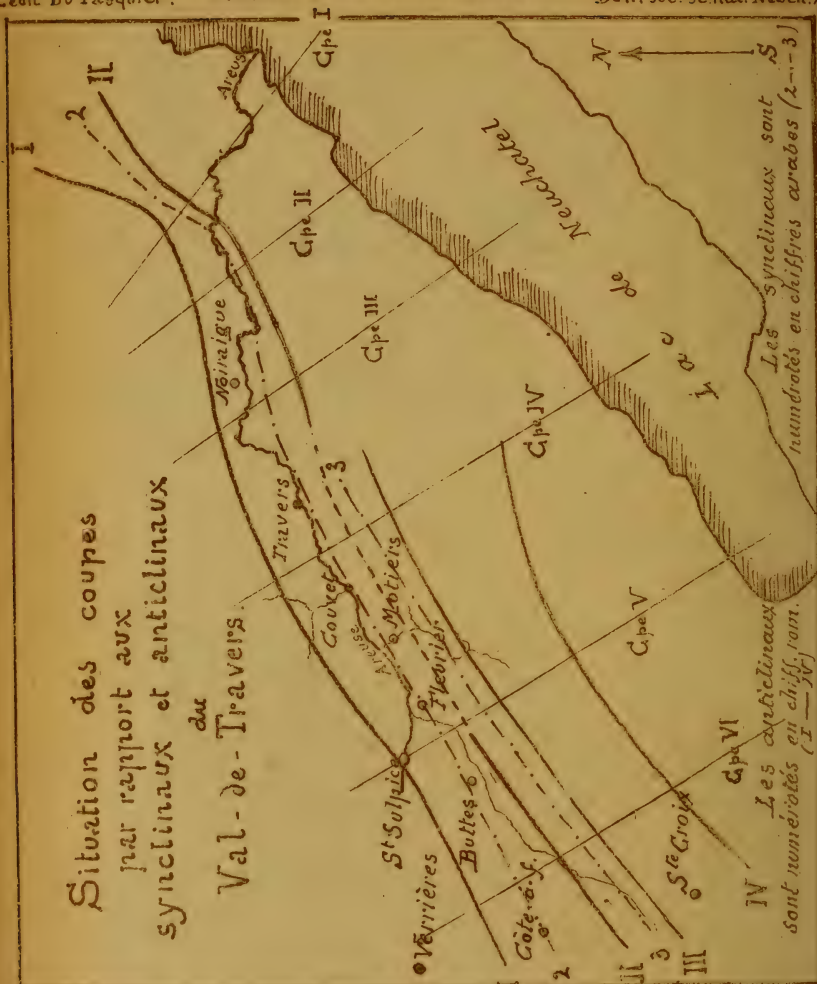
VAL - DE - TRAVERS



PUBLICATION PROVISOIRE (*)
faite à l'occasion du voyage
du Congrès géologique international
dans le Jura-Suisse
et de la Séance publique
de la
Société des sciences naturelles de Neuchâtel
à Fleurier en 1894.

par LÉON DU PASQUIER
Dr. sc.

(*)voir aussi : Livret-Guide géologique
dans le Jura et les Alpes de la Suisse
Lausanne, F. PAYOT 1894



Echelle des profils: 1:25000.

Légende:

récent & glac. alluv. glac. mollasse

Plistocène

gault
apt.
virgou
neoc.
val.

Crétacé. gault
aptien
virgou
néocom. s.s. harterivien
valangien

Jurassique supérieur
Oxfordien, & callov.
Dalle nacrée. Bathon.
Bajocien.



NW

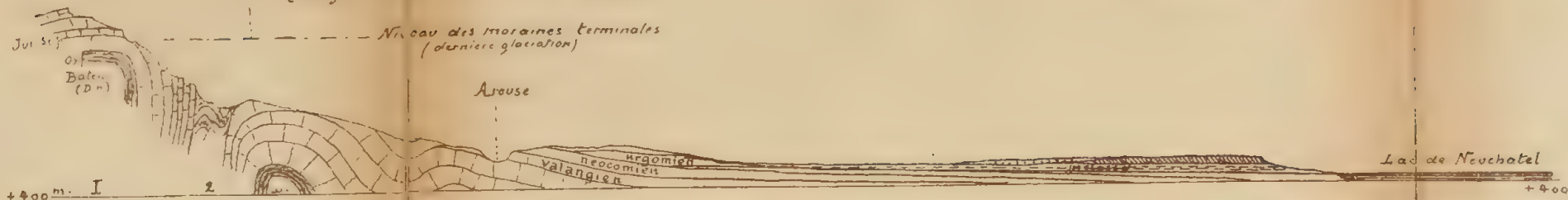
La Toune

Coll^e de Rochefort

Le Chanet

Gortailod

92



Direction : Gortailod - La Sagne

NW

Solmon

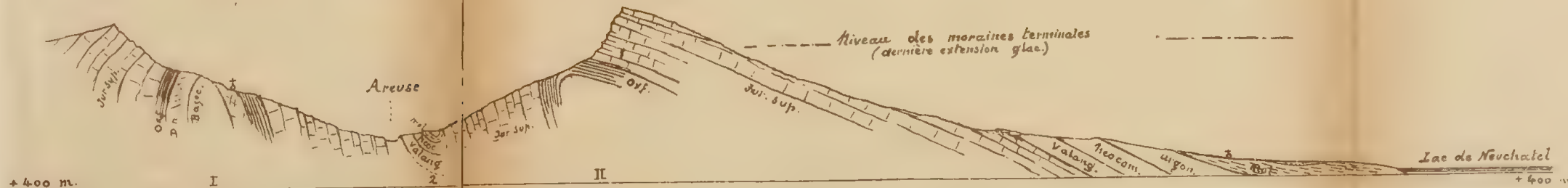
Fretreules

Champ-du-Moulin

Montagne de Boudry

Bevaix

SE



Direction : Bevaix - Les Ponts

NW

Dos d'Ane

Le Soliat

SE

Les Empossieux

Roches de la Clusette

Les Oeuillons

Prise Robert.

Noirargue

Areuse

Jurass. supérieur

+ 400 m.

I

2

II

+ 400 m.

III. Direction : St Aubin - Les Empossieux.

NW

Vâl-de-Travers

SE

Les Petits Champs

La Sagnote
(Les Ruillières)

En Mouron

Mont-Aubert

Le Bois-de-Croix

La Presta

Haut du vallon de
Provence

Limite dernière glaciaire. Areuse

Limite dernière glaciaire

2

II

3

III

IV. Direction : Concise - Les Petits Champs

RAPPORT DU DIRECTEUR
DE
L'OBSERVATOIRE CANTONAL
DE NEUCHÂTEL
AU
DÉPARTEMENT DE L'INDUSTRIE ET DE L'AGRICULTURE
SUR LE
CONCOURS DES CHRONOMÈTRES
OBSERVÉS
PENDANT L'ANNÉE 1893



CHÂUX-DE-FONDS
E. SAUSER, IMPRIMERIE HORLOGÈRE
1894

RAPPORT
SUR LE
CONCOURS DES CHRONOMÈTRES
OBSERVÉS EN 1893
A
L'OBSERVATOIRE DE NEUCHÂTEL

MONSIEUR LE CONSEILLER D'ÉTAT,

Comme nous avons pu le constater déjà à plusieurs reprises, la situation générale de notre industrie horlogère ne reste pas sans influence sur l'horlogerie de précision ; dans les années de crise, le nombre des chronomètres présentés à l'Observatoire diminue et même les soins apportés à certains éléments du réglage s'en ressentent. En effet, le nombre total des chronomètres observés (269) est sensiblement inférieur à la moyenne des dix dernières années ; par contre, le nombre des pièces qui ont dû être renvoyées est notablement plus faible, de sorte qu'en définitive le nombre des chronomètres qui ont obtenu un bulletin

de marche est cependant à peu près le même que dans les dernières années.

Ces faits résultent du tableau statistique suivant, qui contient, depuis 1880, la comparaison des chronomètres présentés et des bulletins délivrés :

ANNÉES	Chronomètres présentés	Bulletins délivrés	Chronomètres renvoyés sans bulletin
1880	170	134	21 %
1881	270	228	16
1882	306	234	23
1883	503	383	24
1884	346	269	22
1885	459	326	29
1886	324	237	27
1887	341	238	30
1888	346	262	24
1889	471	335	29
1890	290	201	31
1891	306	213	30
1892	300	219	27
1893	269	206	23

On voit que cette fois la proportion des chronomètres retournés sans bulletin a sensiblement diminué, jusqu'à 23 %, chiffre toutefois encore trop fort. Parmi les 63 chronomètres sans bulletin, il y a eu cette fois :

19 chronomètres ayant montré des variations diurnes dépassant la limite de 2^s ;
 14 » dont la marche diurne a dépassé 10^s ;

- 4 chronomètres dont la compensation a été insuffisante :
- 2 » dont la variation du plat au pendu a dépassé la limite réglementaire de 10^s ;
- 4 » qui se sont arrêtés pendant l'observation ;
- 20 » enfin ont été retirés par leurs fabricants avant la fin de l'épreuve.
- 63

On ne peut s'empêcher de remarquer que, cette année encore, pour 14 des chronomètres présentés, les fabricants n'ont pas tenu à régler leur marche diurne assez près au temps moyen, chose cependant très simple avec les facilités que l'Observatoire met à leur disposition en envoyant tous les jours l'heure exacte dans tous les centres de fabrication.

En ne tenant compte naturellement, dans les comparaisons que nous avons l'habitude de présenter dans ce rapport, que des chronomètres qui ont obtenu un bulletin, nous complétons d'abord la statistique par le tableau suivant groupant les chronomètres d'après leur provenance :

<i>Le Locle</i>	a envoyé 104 chronomètres	50,5%
<i>La Chaux-de-Fonds</i> »	65 »	= 31,5 »
<i>Neuchâtel</i> »	15 »	= 7,3 »
<i>Les Brenets</i> »	11 »	= 5,3 »
<i>Fleurier</i> »	2 »	= 1 »
<i>Les Ponts</i> »	2 »	= 1 »
<i>Bienne</i> »	4 »	= 1,9 »
<i>Bex</i> »	2 »	= 1 »
<i>St-Imier</i> »	1 »	= 0,5 »
206 chronomètres		100 %

En comparant ce tableau à celui de l'année dernière, on s'aperçoit immédiatement que, pour notre pays, l'importance relative des différentes localités horlogères est restée la même; Le Locle seul a de nouveau envoyé plus de la moitié des chronomètres.

Il n'y a pas non plus de changement sensible quant à la proportion avec laquelle les différentes classes des chronomètres entrent dans le total, comme le fait voir le tableau suivant :

CLASSES	1887	1888	1889	1890	1891	1892	1893
<i>A. Chronomètres de marine, observés pendant 2 mois</i>	8	12	5	10	6	7	10
<i>B. Chronomètres de poche, observés pendant 6 semaines, en 5 positions</i>	27	42	54	39	19	26	20
<i>C. Chronomètres de poche, observés pendant 1 mois, en 2 positions</i>	74	61	93	64	66	65	83
<i>D. Chronomètres de poche, observés pendant 15 jours, à plat, à la température ambiante .</i>	129	147	183	88	122	121	93
Total . . .	238	262	335	201	213	219	206

Relevons toutefois le fait que le nombre des chronomètres de marine est de nouveau assez considérable, que celui des chronomètres de poche ayant subi toutes les épreuves de position est descendu de nouveau à 20 et enfin que celui des montres de la classe D, tout en étant moins considérable que dans les deux dernières années, forme encore les 45 % de l'ensemble.

Nous passons à l'examen des principaux éléments du réglage, en premier lieu pour les chronomètres de

marine, qui, dans leur ensemble, ont donné de nouveau des résultats très réjouissants, pouvant rivaliser avec ceux des meilleures années, ainsi qu'on peut le voir par le rapprochement suivant :

Chronomètres de marine	Variation diurne moyenne	Variation pour 1 ^o	Différence de marche entre les semaines extrêmes
1887	$\pm 0^s,17$	$\pm 0^s,086$	1 ^s ,75
1888	0 ,15	0 ,042	0 ,84
1889	0 ,14	0 ,032	0 ,72
1890	0 ,12	0 ,059	0 ,75
1891	0 ,12 ₅	0 ,030	0 ,67
1892	0 ,14	0 ,047	0 ,80
1893	0 ,13	0 ,028	0 ,70

Car si la variation diurne moyenne ($-0^s,13$) a été légèrement dépassée par les années 1890 et 1891, la variation thermique ($\pm 0^s,028$) a été la plus faible constatée jusqu'à présent.

Quant aux chronomètres de poche, on trouve pour l'élément principal, savoir la variation diurne moyenne, plutôt un léger progrès dans la classe B, tandis que pour les chronomètres de la classe C cette variation est restée à peu près stationnaire et qu'elle a légèrement augmenté pour ceux de la classe D, comme le témoigne le tableau suivant :

Classe	1893	1892	1891	1890	1889	1888	1887	1886
	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$
A	0 ^s ,13	0 ^s ,14	0 ^s ,12 ₅	0 ^s ,12	0 ^s ,14	0 ^s ,15	0 ^s ,17	0 ^s ,17
B	0 ,49	0 ,52 ₅	0 ,44	0 ,50	0 ,54	0 ,49	0 ,49	0 ,49
C	0 ,56	0 ,55	0 ,56	0 ,53	0 ,50	0 ,47	0 ,51	0 ,53
D	0 ,64	0 ,49	0 ,62	0 ,58	0 ,59	0 ,55	0 ,55	0 ,51
Total	0 ^s ,57	0 ^s ,50	0 ^s ,57	0 ^s ,53	0 ^s ,55	0 ^s ,50 ₅	0 ^s ,52	0 ^s ,50

Il faut cependant reconnaître que pour l'ensemble de toutes les montres observées, la moyenne générale de la variation diurne s'est de nouveau élevée au chiffre de $\pm 0^s,57$, qui est celui de la moyenne des 32 années, et dépasse sensiblement la demi-seconde, qui avait été atteinte dans les meilleurs exercices.

Examinons maintenant de quelle manière la régularité de la marche des chronomètres dépend des différents genres de leurs principaux organes. En ce qui concerne d'abord les échappements, on retrouve, comme d'habitude, la plus faible variation fournie par l'échappement à ressort. Mais cette fois encore, il faut en attribuer la cause essentielle à la circonstance que cet échappement est employé presque exclusivement pour les chronomètres de marine : en effet, le seul chronomètre de poche qui en soit muni a montré la variation diurne de $+ 0^s,78$. Si l'on ne tient compte que des montres de poche, c'est toujours l'échappement à tourbillon qui occupe le premier rang ($+ 0^s,33$) ; vient ensuite l'échappement à ancre, de beaucoup le plus employé, avec $+ 0^s,58$, et enfin l'échappement à bascule, avec $\pm 0^s,69$.

La fréquence et la variation correspondant aux différents échappements résultent du petit tableau suivant :

149 chron.	à ancre	=	72,3	0/0	ont donné la variation moyenne de	$+ 0^s,58$
39	»	à bascule	=	19,0	»	$+ 0^s,69$
11	»	à ressort	=	5,3	»	$+ 0^s,19$
7	»	à tourbillon	=	3,4	»	$+ 0^s,33$
206 chronomètres					ont donné la variation moyenne de	$+ 0^s,57$

Il est utile de continuer le tableau comparatif, par lequel j'ai représenté dans les Rapports précédents

l'influence des divers échappements sur la régularité de la marche des chronomètres observés depuis l'année 1862 ; il embrasse donc maintenant une période de 32 ans et repose sur l'observation de plus de 6000 chronomètres. Le voici :

Variation diurne d'après le genre de l'échappement.

ANNÉES	ÉCHAPPEMENT à				Moyenne de l'année
	Ancre	Bascule	Ressort	Tourbillon	
1862	1s,51	1s,80	1s,02	2s,30	1s,61
1863	1, 39	1, 28	1, 37	0, 64	1, 28
1864	1, 14	1, 47	1, 17	0, 66	1, 27
1865	0, 89	1, 01	0, 70	0, 42	0, 88
1866	0, 67	0, 73	1, 01	0, 35	0, 74
1867	0, 70	0, 61	0, 74	0, 52	0, 66
1868	0, 57	0, 56	0, 66	0, 29	0, 57
1869	0, 61	0, 58	0, 60	0, 55	0, 60
1870	0, 53	0, 62	0, 52	0, 40	0, 54
1871	0, 56	0, 53	0, 47	0, 56	0, 55
1872	0, 53	0, 46	0, 54	0, 58	0, 52
1873	0, 62	0, 63	0, 56	0, 72	0, 62
1874	0, 54	0, 52	0, 48	0, 60	0, 53
1875	0, 46	0, 47	0, 17	0, 49	0, 46
1876	0, 54	0, 53	0, 53	0, 24	0, 53
1877	0, 51	0, 59	0, 25	0, 52	0, 51
1878	0, 62	0, 56	0, 32	0, 58	0, 60
1879	0, 66	0, 59	0, 22	0, 35	0, 61
1880	0, 50	0, 51	0, 28	—	0, 49
1881	0, 53	0, 55	0, 25	0, 38	0, 52
1882	0, 52	0, 66	0, 78	0, 43	0, 55
1883	0, 56	0, 50	0, 43	0, 35	0, 54
1884	0, 60	0, 55	0, 21	0, 33	0, 58
1885	0, 57	0, 57	0, 38	0, 39	0, 57
1886	0, 51	0, 51	0, 22	0, 29	0, 50
1887	0, 52	0, 57	0, 33	0, 32	0, 52
1888	0, 52	0, 54	0, 20	0, 42	0, 50
1889	0, 55	0, 58	0, 26	0, 42	0, 55
1890	0, 53	0, 57	0, 16	0, 48	0, 53
1891	0, 57	0, 63	0, 21	0, 38	0, 57
1892	0, 50	0, 57	0, 24	0, 35	0, 50
1893	0, 58	0, 69	0, 19	0, 33	0, 57
Variation moyenne des 32 ans (1862-1893) . .	0s,563	0s,629	0s,480	0s,525	0s,573
donnée par le nombre de chronomètres	4287	1345	290	139	6061

On s'aperçoit par ce tableau qu'en général 1893 compte parmi les années moyennes et que si les échappements à ressort et à tourbillon ont donné un meilleur résultat que dans les années précédentes, par contre les échappements de beaucoup les plus employés, ceux à ancre et à bascule, retombent dans les chiffres des années moins favorables.

L'examen des différents genres de spiraux fait voir également le caractère moyen de l'année 1893. On constate d'abord que l'emploi des spiraux à courbes terminales de Phillips, qui avait diminué l'année précédente, a de nouveau atteint et même dépassé l'ancienne proportion qui était de 70 % et monte en 1893 à 74 %. Voici le tableau comparatif :

Variation diurne moyenne d'après le genre de spiral.

GENRE DE SPIRAL	En 1893		De 1871 à 1893	
	Variation diurne	Donnée par chron.	Variation diurne	Donnée par chron.
Spiral plat à courbe terminale Phillips . . .	$\pm 0^s,57$	129	$\pm 0^s,57$	3267
Spiral plat à 2 courbes terminales Phillips . .	0 ,52	6	0 ,50	443
Spiral cylindrique à courbe Phillips . . .	0 ,94 ₅	6	0 ,48	252
Spiral cylindr. Phillips à 2 courbes terminales . .	0 ,26	12	0 ,27	58
Moyenne des spiraux Phillips	0 ,55 ₅	153	0 ,55 ₅	4020
Spiral Breguet	0 ,60	31	0 ,58	762
Spiral cylindrique ordinaire	0 ,63	22	0 ,59	451
Spiral sphérique	—	—	0 ,52	70
Moyenne des spir. ordinaires	0 ,61	53	0 ,58 ₄	1283
Moyenne générale . .	$\pm 0^s,57$	206	$\pm 0^s,56_2$	5303

La variation diurne est donc, pour les spiraux Phillips, la même en 1893 que dans les 13 dernières années. savoir $+ 0^s,555$, tandis que pour les autres spiraux elle dépasse un peu, avec $+ 0^s,61$, l'ancienne moyenne ($- 0^s,584$). On remarquera ensuite que la plus faible variation paraît appartenir de nouveau au spiral cylindrique à 2 courbes Phillips, mais il ne faut pas oublier que des 12 chronomètres qui en étaient munis, 10 étaient des montres marines. La deuxième place revient de nouveau au spiral plat à 2 courbes Phillips.

Les spiraux antimagnétiques en palladium ont été appliqués, au nombre de 8, à des chronomètres de marine qui ont donné une variation moyenne de $+ 0^s,13$ et 8 autres à des chronomètres de poche dont la variation moyenne a été de $+ 0^s,54$, donc un peu plus faible que la moyenne générale.

Passant de la variation diurne au réglage des positions, nous constatons d'abord que les chronomètres de la classe B, moins nombreux, ont donné un meilleur résultat, surtout ceux munis du spiral plat à deux courbes Phillips, ainsi qu'on le verra par le rapprochement suivant :

Tableau des quatre variations de position (classe B).

GENRE DE SPIRAL	Nombre de chronom.	VARIATION du				SOMME des quatre variations
		plat au pendu	pendant en haut au pendant à gauche	pendant en haut au pendant à droite	cadran en haut au cadran en bas	
		$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$
Spiral plat à courbe terminale Phillips	17	1 ^s ,49	1 ^s ,79	1 ^s ,72	1 ^s ,85	6 ^s ,85
Spiral plat à deux courbes Phillips . .	3	1 ,46	1 ,30	0, 75	1 ,78	5 ,29
Moyenne de l'année 1893	20	1 ,49	1 ,72	1 ,58	1 ,84	6 ,63
Moyenne de l'année 1892	26	1 ,61	2 ,48	2 ,61	1 ,44	8 ,14
Moyenne de l'année 1891	19	1 ,38	1 ,78	1 ,32	1 ,65	6 ,13
Moyenne de l'année 1890	39	1 ,66	2 ,91	2 ,90	1 ,37	8 ,84

La variation du plat au pendu, la seule qui soit examinée pour les chronomètres de la classe C, et qui est en effet pratiquement la plus importante, est restée sensiblement la même ($\pm 1^s,97$, moyenne de 83 chronomètres) que l'année précédente, dans laquelle les 65 chronomètres avaient montré pour cette variation la valeur moyenne de $\pm 1^s,68$.

Le progrès dans le réglage de la compensation, que nous avons signalé l'année dernière, s'est maintenu et même accentué encore un peu cette fois. Car, parmi les 113 chronomètres qui ont subi les épreuves thermiques en 1893, les 70 pour lesquels la compensation peut être déterminée par la variation par degré entre les températures extrêmes, ont donné cette fois pour cette variation $\pm 0^s,081$ (en 1892 $\pm 0^s,085$).

Malheureusement le nombre des chronomètres dont la compensation est désignée comme « indéterminée », c'est-à-dire pour lesquels l'écart de la marche pour les températures moyennes, par rapport à ce qu'elle devrait être proportionnellement, dépasse $\pm 2^s$, est encore très considérable ; car ce défaut a été rencontré chez 43 chronomètres sur 113, c'est-à-dire de nouveau chez 38 % des pièces ayant subi les épreuves thermiques.

C'est décidément le seul défaut important qu'on puisse et doive signaler encore chez nos chronomètres, pour engager fabricants et régleurs à y remédier plus complètement ; les premiers devraient n'employer pour les lamelles des balanciers compensés que de l'acier de première qualité, et les régleurs ne pas se contenter de faire les expériences thermiques seulement à deux, mais au moins à trois températures différentes.

J'ajoute enfin que les chronomètres sont en général assez bien revenus après les épreuves thermiques ; la différence de marche, avant et après ces épreuves, est en moyenne de $+ 0^s.99$, ce qui ne dépasse de nouveau que de $0^s.4$ la variation diurne générale.

Le progrès est enfin très sensible sous le rapport de la constance de la marche des chronomètres avec le temps ; car ce qui caractérise surtout cette stabilité du réglage chez les chronomètres des classes A et B, c'est la faible différence entre les marches moyennes de la première et de la dernière semaine de l'épreuve : en 1893 elle a été de $+ 0^s.88$ seulement (en 1892 elle était de $1^s.24$). Aussi la différence moyenne entre les extrêmes des marches diurnes, montrée par l'ensemble

des chronomètres des quatre classes, pendant la durée de leur observation, ne dépasse pas cette fois 5^s.43, tandis que ce chiffre était de 6^s.55 l'année précédente.

Comme d'habitude, je termine cette étude des principaux éléments du réglage chronométrique par le tableau comparatif suivant, qui les représente à partir du commencement de nos concours :

Variations moyennes.

ANNÉES	Diurnes	Du plat au pendu	Somme des quatre variations de position	Pour un degré de température
	±	+	±	—
1864	1 ^s ,27	8 ^s ,21		0 ^s ,48
1865	0 ,88	6 ,18		0 ,35
1866	0 ,74	3 ,56		0 ,36
1867	0 ,76	3 ,57		0 ,16
1868	0 ,57	2 ,44		0 ,15
1869	0 ,60	2 ,43		0 ,14
1870	0 ,54	2 ,37		0 ,14
1871	0 ,55	1 ,90		0 ,13
1872	0 ,52	1 ,99		0 ,15
1873	0 ,62	2 ,59	10 ^s ,03	0 ,15
1874	0 ,53	2 ,27	7 ,42	0 ,15
1875	0 ,46	1 ,97	8 ,12	0 ,13
1876	0 ,53	2 ,16	8 ,15	0 ,12
1877	0 ,51	1 ,98	6 ,54	0 ,11
1878	0 ,60	2 ,10	8 ,36	0 ,10
1879	0 ,61	1 ,90	7 ,86	0 ,11
1880	0 ,49	1 ,75	7 ,64	0 ,11
1881	0 ,52	1 ,86	9 ,18	0 ,13
1882	0 ,55	2 ,08	8 ,87	0 ,11
1883	0 ,54	1 ,83	10 ,17	0 ,12
1884	0 ,58	1 ,88	6 ,82	0 ,12
1885	0 ,57	2 ,45	9 ,18	0 ,14
1886	0 ,50	1 ,96	7 ,91	0 ,13
1887	0 ,52	2 ,24	8 ,84	0 ,12
1888	0 ,50 ⁵	2 ,18	9 ,61	0 ,09
1889	0 ,55	2 ,19	9 ,42	0 ,12
1890	0 ,53	2 ,19	8 ,84	0 ,09
1891	0 ,57	1 ,90	6 ,13	0 ,10
1892	0 ,50	1 ,80	8 ,14	0 ,08 ⁵
1893	0 ,57.	1 ,88	6 ,63	0 ,08

DISTRIBUTION DES PRIX

Pour le prix général il y a de nouveau deux concurrents, tous les deux du Locle, M. Paul-D. Nardin et l'Association Ouvrière, qui ont présenté plus de 12 chronomètres des différentes catégories, dont les résultats moyens restent largement, sur tous les points, dans les limites prescrites par l'art 7 du Règlement. Il arrive cette fois que les moyennes des deux concurrents sont tellement rapprochées que, si l'un l'emporte un peu sur l'autre pour l'ensemble de tous les chronomètres, ce dernier est sensiblement supérieur. lorsqu'on n'envisage que les chronomètres de poche, ainsi qu'on peut le voir par le résumé suivant :

NOMS DES FABRICANTS	Nombre de pièces	Variation diurne moyenne	Variation du plat au pendu	Variation pour 1° de température	Différence entre les marches extrêmes
LIMITES RÉGLEMENTAIRES	Au moins 12	$\pm$ 0s,50	$\pm$ 2s,00	$\pm$ 0s,15	$\pm$ 5s,0
Moyenne de <i>tous les chronomètres</i> des classes A, B et C.					
1. Paul-D. Nardin, au Locle	26	0 ,35	0 ,91	0 ,05	3 ,83
2. Association Ouvrière, au Locle	13	0 ,36	1 ,22 ₅	0 ,05	4 ,32
Moyenne des <i>chronomètres de poche</i> (classes B et C).					
1. Association Ouvrière, au Locle	12	0 ,38	1 ,22 ₅	0 ,05 ₅	4 ,49
2. Paul-D. Nardin, au Locle	17	0 ,46	0 ,91	0 ,06 ₅	4 ,57

D'après la lettre du Règlement, dont l'art. 7 dit d'une part : « Pourront concourir les fabricants qui auront envoyé au moins douze chronomètres des *trois premières catégories* » (classes A, B et C) ; et d'autre part : « le prix de 200 fr. sera accordé au fabricant dont les chronomètres auront montré, dans leur ensemble, la plus faible moyenne générale de la variation diurne », il n'y a pas de doute que le prix général revient à M. Nardin, car s'il est vrai que la variation diurne des chronomètres de l'Association Ouvrière (0^s,36) ne dépasse que de 0^s,01 celle de M. Nardin (0^s,35) et que la compensation est la même pour les deux (0^s,05 par degré), la variation du plat au pendu, et surtout la différence entre les marches extrêmes, sont sensiblement plus fortes pour l'Association Ouvrière. Mais il est juste de remarquer que cette supériorité est due essentiellement au fait que M. Nardin a présenté 9 chronomètres de marine parmi 26 pièces, et l'Association Ouvrière seulement 1 parmi 13 chronomètres, et que, d'après la nature des choses, les montres marines fournissent des variations notablement plus faibles, de sorte qu'en réalité les moyennes tirées de deux groupes de chronomètres dans lesquels les montres marines entrent avec une proportion aussi différente ($\frac{1}{3}$ et $\frac{1}{13}$), ne sont pas rigoureusement comparables.

Pour ce motif, on doit reconnaître comme fondé le désir exprimé par plusieurs fabricants qu'à l'avenir les chronomètres de poche et de marine ne soient pas confondus sans autre dans le prix général et que ce prix soit réservé aux seuls chronomètres de poche.

Tout en appuyant cette manière de voir auprès du Conseil d'Etat, je ne voudrais cependant pas voir diminuer l'encouragement que l'Etat a cru utile d'accorder aux efforts tentés par quelques maisons de notre pays pour développer chez nous cette branche importante de l'horlogerie de précision ; d'autant plus que ces efforts, comme c'est le cas ordinairement pour les nouvelles industries qu'on essaye d'implanter dans un pays, sont loin d'être rémunérateurs pendant les premières années. Je me permettrai donc de proposer au Conseil d'Etat d'instituer dès à présent, c'est-à-dire à partir du concours de 1894, **deux prix généraux**, tous les deux de 200 fr., dont l'un serait destiné uniquement à l'ensemble des **chronomètres de poche**, des deux classes B (6 semaines) et C (un mois), dans les conditions fixées du reste par l'article 7 du Règlement ; l'autre, le nouveau prix général, serait consacré au meilleur ensemble des chronomètres de marine présentés par le même fabricant dans l'année, pourvu que leur nombre soit au moins de **six**, que leur variation diurne moyenne ne soit pas supérieure à $\pm 0^s,20$, que leur variation thermique ne dépasse pas $\pm 0^s,10$ par degré, et que la différence de marche moyenne entre la première et la dernière semaine reste au-dessous d'une seconde et demie.

Les deux mêmes maisons du Locle concourent aussi pour le prix des chronomètres de marine, M. Nardin ayant fourni, comme nous l'avons dit, neuf de ces montres et l'Association Ouvrière une. C'est cette dernière montre, le N° 11, qui est en tête du Tableau I, sa variation diurne n'étant que de $\pm 0^s,09$ et la différence de marche entre la première et la dernière semaine

de l'épreuve 0^s,36, tandis que pour le N° 36/7847 de M. Nardin, ces deux chiffres sont respectivement $\pm$ 0^s,10 et 0^s,63, et pour le N° 40/8465 $\pm$ 0^s,12 et 0^s,04.

Le prix doit donc être décerné au N° 11 de l'Association Ouvrière, qui est certes, comme on le verra par son bulletin communiqué dans le Tableau V, un modèle de réglage aussi parfait que celui du chronomètre N° 10 de la même maison, qui a eu le prix en 1890. Les habiles horlogers qui dirigent cet établissement verront, on peut l'espérer, dans ce nouveau succès, un stimulant pour continuer leurs efforts dans cette branche.

Mais il convient de faire remarquer que si, par exception, M. Paul-D. Nardin n'obtient pas, cette fois, le prix des montres marines, non seulement les neuf chronomètres présentés par cet éminent artiste remplissent toutes les conditions exigées pour le prix par l'art 8 du Règlement, mais les deux premiers de sa liste (voir Tableau I) le cèdent à peine à la pièce couronnée, et l'emportent même un peu pour la compensation. Afin d'aider, autant que cela dépend de nous, les très louables efforts que cette maison fait depuis nombre d'années pour développer de plus en plus la fabrication des montres marines, le Gouvernement a bien voulu permettre à l'Observatoire d'étendre le programme des épreuves pour un certain nombre de chronomètres, suivant le désir de la marine à laquelle ils sont destinés. L'expérience qu'on fait actuellement sous ce rapport nous apprendra jusqu'à quel point il conviendra de modifier dans ce sens le programme des épreuves prévues jusqu'à présent pour notre concours de montres marines.

Nous passons aux chronomètres de poche, et en premier lieu à ceux de la classe B, qui, restant pendant six semaines à l'Observatoire, subissent les épreuves les plus complètes pour les variations de position.

On voit par le Tableau II que les trois premières pièces qui, remplissant toutes les conditions de l'article 9 du Règlement, méritent les trois prix prévus pour cette classe, sont des chronomètres avec échappement à tourbillon, dont nous avons eu à observer cette année plus d'une demi-douzaine. Cet échappement, par sa nature même, est moins soumis à l'influence des positions sur la marche. Aussi, on remarquera que le N° 147625 de MM. Nicolet fils & C^{ie} à La Chaux-de-Fonds, qui obtient le premier prix, avec sa variation diurne de $\pm 0^s,22$, montre des variations extrêmement faibles, de quelques dixièmes de seconde seulement, pour les différentes positions, du plat au pendu de $- 0^s,16$ et entre les deux positions horizontales de $- 0^s,01$ seulement. Sa compensation est également très bien réglée.

Le second prix revient à une autre pièce, N° 147545, de la même maison, qui a montré une variation diurne moyenne de $\pm 0^s,24$; sa variation du plat au pendu atteint, il est vrai, $- 1^s,70$, mais reste toujours bien au-dessous de la limite permise ($+ 3^s,0$) ; sa compensation ne peut pas être déterminée par un seul coefficient, car tout en ne variant entre les températures extrêmes que de $+ 0^s,04$ par degré, pour les températures moyennes son écart est de $3^s,09$. Mais d'après les dispositions du Règlement actuel, ce défaut de compensation ne s'oppose pas à l'obtention d'un prix.

Le même cas se présente pour le troisième prix de la classe B, qui doit être attribué au N° 42926 de MM. Reichen et Girard, aux Brenets ; avec une variation diurne encore assez faible ($\pm 0^s,28$) ce chronomètre excelle par une constance remarquable de la marche, attendu que les marches moyennes de la première et de la dernière semaine de son épreuve ne diffèrent que de $0^s,11$.

Quant aux chronomètres de la classe C, qui sont observés dans deux positions, ainsi qu'à l'étuve et à la glace, les quatre prix que le Règlement affecte à cette catégorie peuvent tous être accordés aux quatre pièces qui figurent en tête du Tableau III, car elles remplissent largement toutes les conditions fixées par l'article 10 du Règlement.

On remarquera que le premier prix de cette classe revient encore à un chronomètre à tourbillon (N° 21562) de l'Association Ouvrière au Locle, qui a une variation diurne moyenne singulièrement faible ($\pm 0^s,15$), comparable à celle des pendules astronomiques ; avec cela, la variation du plat au pendu est seulement de $- 0^s,04$. Ici encore la compensation, très bien réglée pour les températures extrêmes ($- 0^s,03$ par degré), présente pour les températures moyennes un écart trop fort de $3^s,68$.

Le second prix appartient au N° 145354 de MM. Nicolet fils & C^{ie}, à La Chaux-de-Fonds, qui est un chronomètre à ancre ayant une variation diurne moyenne de $+ 0^s,27$ et donnant pour les autres éléments des résultats très satisfaisants.

Le troisième prix doit être attribué au N° 92 de MM. Ch. Huguenin Son & C^{ie}, au Locle, qui montre la même variation diurne ($\pm 0^s,27$), mais dont la différence entre les marches extrêmes ($4^s,6$) est un peu plus forte ; sa variation thermique est aussi sensiblement plus grande ($-0^s,13$ par degré au lieu de $-0^s,05$), mais elle n'atteint pas la limite prescrite ($\pm 0^s,2$).

Enfin, le quatrième prix de cette classe revient encore à un chronomètre de l'Association Ouvrière au Locle, au N° 19953, montre à ancre, dont la variation diurne moyenne ($\pm 0^s,31$) dépasse, il est vrai, de un ou deux centièmes de seconde celle des chronomètres N^{cs} 20538 et 19952 de la même maison ; mais comme la différence entre les marches extrêmes ($3^s,0$) est sensiblement plus faible que pour ces deux pièces, le quatrième rang a dû lui être attribué. C'est pour la même raison que ce chronomètre passe avant le N° 6579 de M. Paul-D. Nardin, qui a la même variation diurne ($\pm 0^s,31$).

Je résume les propositions que j'ai l'honneur de présenter au Conseil d'Etat pour la distribution des prix, conformément aux dispositions du Règlement :

LISTE DES PRIX PROPOSÉS

- I. PRIX GÉNÉRAL de fr. 200 à M. Paul-D. Nardin,
au Locle.

CHRONOMÈTRES DE MARINE (Classe A)

- II. Prix de fr. 150 au n° 11 de l'Association Ou-
vrière au Locle.

CHRONOMÈTRES DE POCHE (Classe B)

- III. Prix de fr. 130 au n° 147625 de MM. Nicolet
fils & C^{ie}, à La Chaux-de-Fonds.
IV. Prix de fr. 120 au n° 147545 de MM. Nicolet
fils & C^{ie}, à La Chaux-de-Fonds.
V. Prix de fr. 110 au n° 42926 de MM. Reichen &
Girard, successeurs de M. Guinand-
Meyer, aux Brenets.

CHRONOMÈTRES DE POCHE (Classe C)

- VI. Prix de fr. 100 au n° 21562 de l'Association Ou-
vrière au Locle.
VII. Prix de fr. 80 au n° 145354 de MM. Nicolet fils
& C^{ie}, à La Chaux-de-Fonds.

VIII. Prix de fr. 60 au n° 92 de MM. Ch. Huguenin
Son & C^{ie}, au Locle.

IX. Prix de fr. 50 au n° 19953 de l'Association Ou-
vrière au Locle.

Veillez agréer, Monsieur le Conseiller d'Etat, l'as-
surance de ma haute considération.

Neuchâtel, le 6 janvier 1894.

Le Directeur de l'Observatoire cantonal,

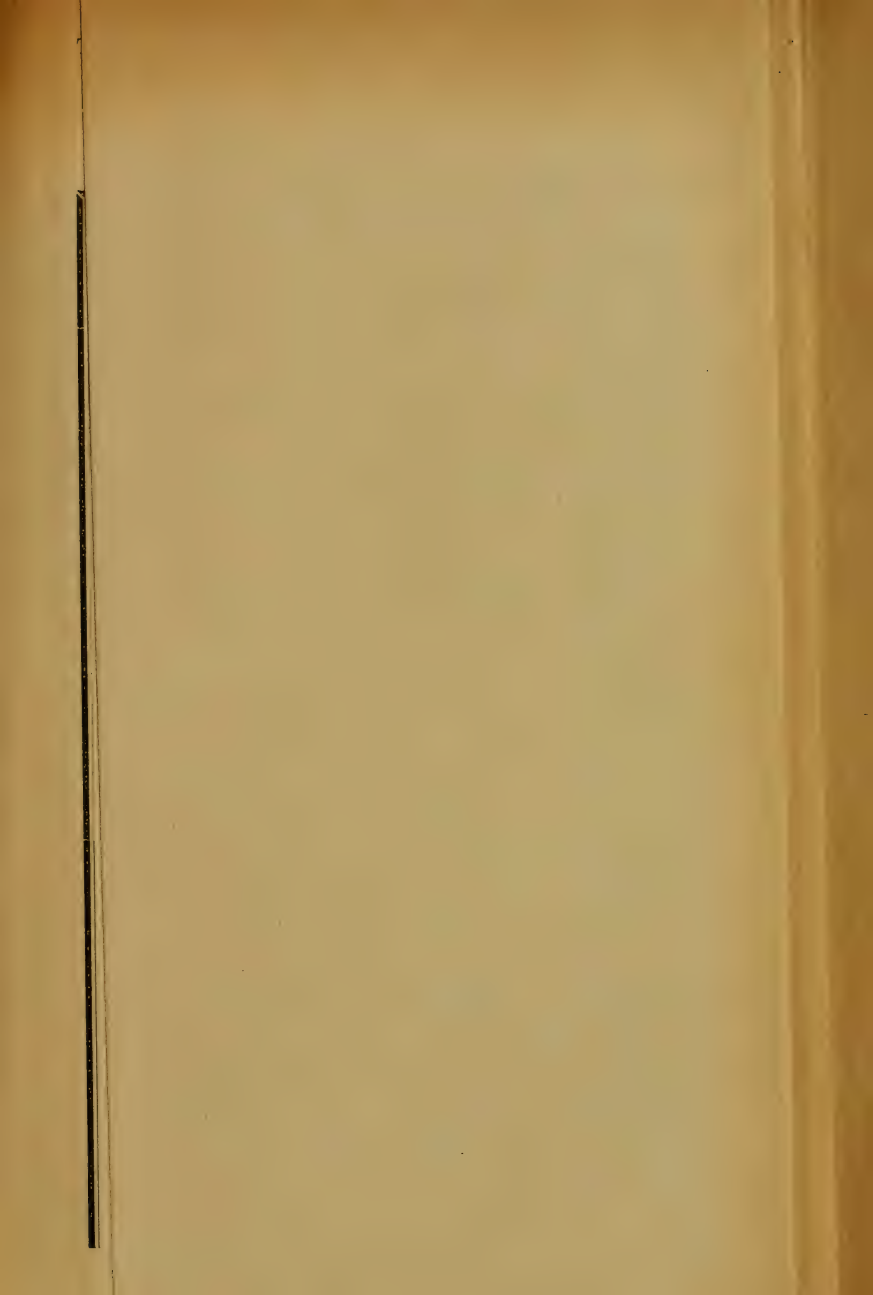
D^r AD. HIRSCH.

Numéro d'ordre
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10

A. CHRONOMÈTRES DE MARINE

observés pendant deux mois, à l'étiuve et à la glacière.

Nombres d'ordre	Page du registre	NOMS DES FABRICANTS et lieux de provenance	Nombres des chrono- mètres	Echappe- ment	Spiral	Marche diurne moyenne	Variation diurne moyenne	Variation pour 1° de température	Différence de marche avant et après l'épreuve thermique	Différence entre la première et la dernière semaine	Différence entre les marches extrêmes	REMARQUES
1	141	Association Ouvrière, Locle	11	ressort	eyl. à 2 cbs. Ph.	0,09	$\pm 0,09$	$+ 0,02$	0,03	0,36	2,25	réglé par Paul Borgstedt, Locle.
2	108	Paul-D. Nardin, Locle	40 8465	ressort	"	1,68	0,12	$+ 0,03$	0,06	0,04	2,53	réglé par H ^{re} Rozat et Aug. Bourquin, Locle; bal. compensé auxiliaire Molinaux.
3	134	Paul-D. Nardin, Locle	36 7847	ressort	eyl. à 2 cbs. Ph. en pallad.	1,77	0,10	0,00	0,02	0,63	2,46	réglé par H ^{re} Rozat et Aug. Bourquin, Locle.
4	148	Paul-D. Nardin, Locle	35 7846	ressort	"	1,39	0,13	$- 0,01$	1,16	0,41	2,39	réglé par H ^{re} Rozat et Aug. Bourquin, Locle; chronom. enregistr. électr., réglé au temps sidéral.
5	146	Paul-D. Nardin, Locle	27 7838	ressort	"	1,39	0,12	$+ 0,06$	0,95	0,63	2,66	réglé par H ^{re} Rozat et Aug. Bourquin, Locle.
6	107	Paul-D. Nardin, Locle	34 7845	ressort	"	0,94	0,11	$- 0,01$	0,12	1,19	2,07	réglé par H ^{re} Rozat et Aug. Bourquin, Locle; bal. en aluminium, chronom. enregistr. électr., réglé au temps sidéral.
7	95	Paul-D. Nardin, Locle	24 7787	ressort	"	1,08	0,15	$+ 0,03$	0,16	0,17	2,30	réglé par H ^{re} Rozat fils, Locle.
8	89	Paul-D. Nardin, Locle	33 7844	ressort	"	0,46	0,16	$- 0,04$	0,12	0,54	1,59	réglé par H ^{re} Rozat fils, Locle; chronom. enregistr. électr., réglé au temps sidéral.
9	88	Paul-D. Nardin, Locle	26 7837	ressort	"	2,32	0,14	$+ 0,04$	0,26	1,33	3,24	réglé par H ^{re} Rozat fils, Locle.
10	60	Paul-D. Nardin, Locle	23 7786	ressort	"	1,67	0,15	$+ 0,04$	0,13	1,73	2,71	réglé par H ^{re} Rozat fils, Locle.



B. CHRONOMÈTRES DE POCHE

observés pendant six semaines, dans cinq positions, à l'étuve et à la glacière.

Numéros d'ordre	Page du registre	NOMS DES FABRICANTS et lieux de provenance	Numéros des chrono- mètres	Echappement	Spiral	Marche diurne moyenne	Variation diurne moyenne	Variation pour 1° de température	Différence avant et après l'épreuve thermique	Variation du plat au pendu	Variation du pendu au pendant à gauche	Variation du pendu au pendant à droite	Variation du cadran en haut au cadran en bas	Différence entre la première et la dernière semaine	Différence entre les marches extrêmes	REMARQUES
1	152	Nicolet fils & C ^e , Chaux-de-Fonds . . .	147625	tourb. à ressort	pl. Ph. à 2 courbes	- 3,20	0,22	- 0,04	0,2	- 0,16	- 0,15	- 0,45	- 0,01	1,22	3,5	réglé par U. Wehrli, St-Imier.
2	139	Nicolet fils & C ^e , Chaux-de-Fonds . . .	147545	tourb. à ressort	pl. Ph.	- 0,52	0,24	indét.	0,8	- 1,70	- 0,16	+ 0,14	+ 0,37	1,80	5,4	réglé par Paul Borgstedt, Locle.
3	173	Reichen & Girard, succ. de Guinand-Mayer, Brenets . .	42926	tourbillon	pl. Ph.	+ 0,18	0,28	indét.	0,9	- 1,40	- 0,09	- 0,29	- 1,74	0,11	5,8	réglé par Paul Borgstedt, Locle.
4	84	Paul-D. Nardin, Locle	7896	ancre	pl. Ph.	+ 0,47	0,35	indét.	0,8	+ 1,18	+ 4,39	+ 2,34	- 0,71	0,10	7,3	
5	114	Paul-D. Nardin, Locle	6776	tourb. à ressort	pl. Ph.	+ 2,28	0,33	+ 0,10	1,3	- 0,16	- 0,09	- 0,29	- 1,44	2,18	5,2	réglé par H ^e Rozat et Aug. Bourquin, Locle.
6	103	Paul-D. Nardin, Locle	8061	ancre	pl. Ph.	- 2,01	0,38	+ 0,02	1,0	- 2,42	+ 1,18	+ 3,83	- 3,10	0,01	5,7	réglé par H ^e Rozat et Aug. Bourquin, Locle.
7	132	Paul Matthey-Doret, Locle	50849	baseule	pl. Ph.	+ 0,97	0,38	+ 0,03	0,4	+ 2,97	+ 0,14	+ 1,34	+ 0,68	0,43	6,4	réglé par Paul Borgstedt, Locle.
8	150	Abr.-Louis Jeanneret, Locle	34377	baseule	pl. Ph. à 2 courbes	- 1,00	0,36	indét.	0,0	+ 1,68	+ 0,88	- 1,67	+ 0,28	1,10	5,2	réglé par L. Jeanneret, Locle.
9	79	Paul-D. Nardin, Locle	7676	ancre	pl. Ph.	- 2,06	0,40	- 0,05	0,0	- 0,12	+ 1,59	+ 2,24	+ 0,71	11,09	3,9	réglé par H ^e Rozat et Aug. Bourquin, Locle; chronogr. rattrap.
10	102	Droz-Jeannot fils, Brenets	27141	tourb. à ressort	pl. Ph.	- 3,64	0,43	indét.	0,8	+ 1,41	- 0,15	- 0,60	- 2,16	2,15	4,1	réglé par Paul Borgstedt, Locle.
11	162	Nicolet fils & C ^e , Chaux-de-Fonds . . .	145355	ancre	pl. Ph.	+ 1,24	0,52	indét.	0,7	+ 2,15	- 0,51	- 1,06	+ 0,29	0,05	5,9	réglé par Paul Borgstedt, Locle.
12	94	Borel & Courvoisier, Neuchâtel	60599	ancre	pl. Ph.	+ 5,94	0,51	indét.	1,4	+ 0,27	+ 3,82	+ 2,07	- 0,14	0,65	7,1	réglé par Paul Borgstedt, Locle.
13	151	Arthur Ditisheim, Locle	1242	baseule	pl. Ph.	- 1,24	0,59	indét.	1,2	- 0,10	+ 5,71	+ 0,96	- 2,31	0,94	10,3	réglé par Z. Pantillon, Chaux-de-Fonds; déposé par Jeanneret et Kocher, Chaux-de-Fonds.
14	119	Borel & Courvoisier, Neuchâtel	60604	ancre	pl. Ph.	- 3,26	0,62	+ 0,24	1,3	+ 0,26	+ 2,66	+ 2,96	+ 1,89	0,51	7,4	réglé par Paul Borgstedt, Locle.
15	81	Paul-D. Nardin, Locle	7441	ancre	pl. Ph.	- 0,75	0,62	0,00	0,9	+ 0,45	+ 0,89	+ 1,59	- 0,19	0,60	3,4	réglé par H ^e Rozat et Aug. Bourquin, Locle; chronogr. rattrap.
16	104	Jeanneret & Kocher, Chaux-de-Fonds . .	1003	ancre	pl. Ph.	- 3,97	0,67	indét.	0,9	+ 0,23	+ 2,65	+ 6,85	- 3,32	0,39	12,4	réglé par F.-E. Thiébaud, Genève.
17	187	Lucien Quartier, Neuchâtel	18891	ancre	pl. Ph. à 2 courbes en pallad.	+ 0,01	0,66	indét.	0,1	- 2,54	- 2,88	- 0,13	- 5,05	1,93	8,9	réglé par H. Grossmann, Neuchâtel; déposé par l'Ecole d'horlogerie, Neuchâtel.
18	96	Borel & Courvoisier, Neuchâtel	60600	ancre	pl. Ph.	+ 2,98	0,74	+ 0,18	1,6	- 6,85	- 1,32	- 2,17	- 6,98	0,16	13,5	réglé par Paul Borgstedt, Locle.
19	97	Borel & Courvoisier, Neuchâtel	60603	ancre	pl. Ph.	+ 4,45	0,72	+ 0,09	1,8	- 2,29	+ 0,16	- 0,10	- 0,18	3,66	5,9	réglé par Paul Borgstedt, Locle.
20	127	E. H., à B.	20534	ancre	pl. Ph.	+ 0,25	0,84	- 0,11	2,1	+ 1,43	- 5,00	- 0,50	- 5,25	0,20	9,5	réglé par M. Schurig, Barmen; déposé par l'Association Ouvrière, Locle.



C. CHRONOMÈTRES DE POCHE

observés pendant un mois, dans deux positions, à l'horizontale et à la verticale

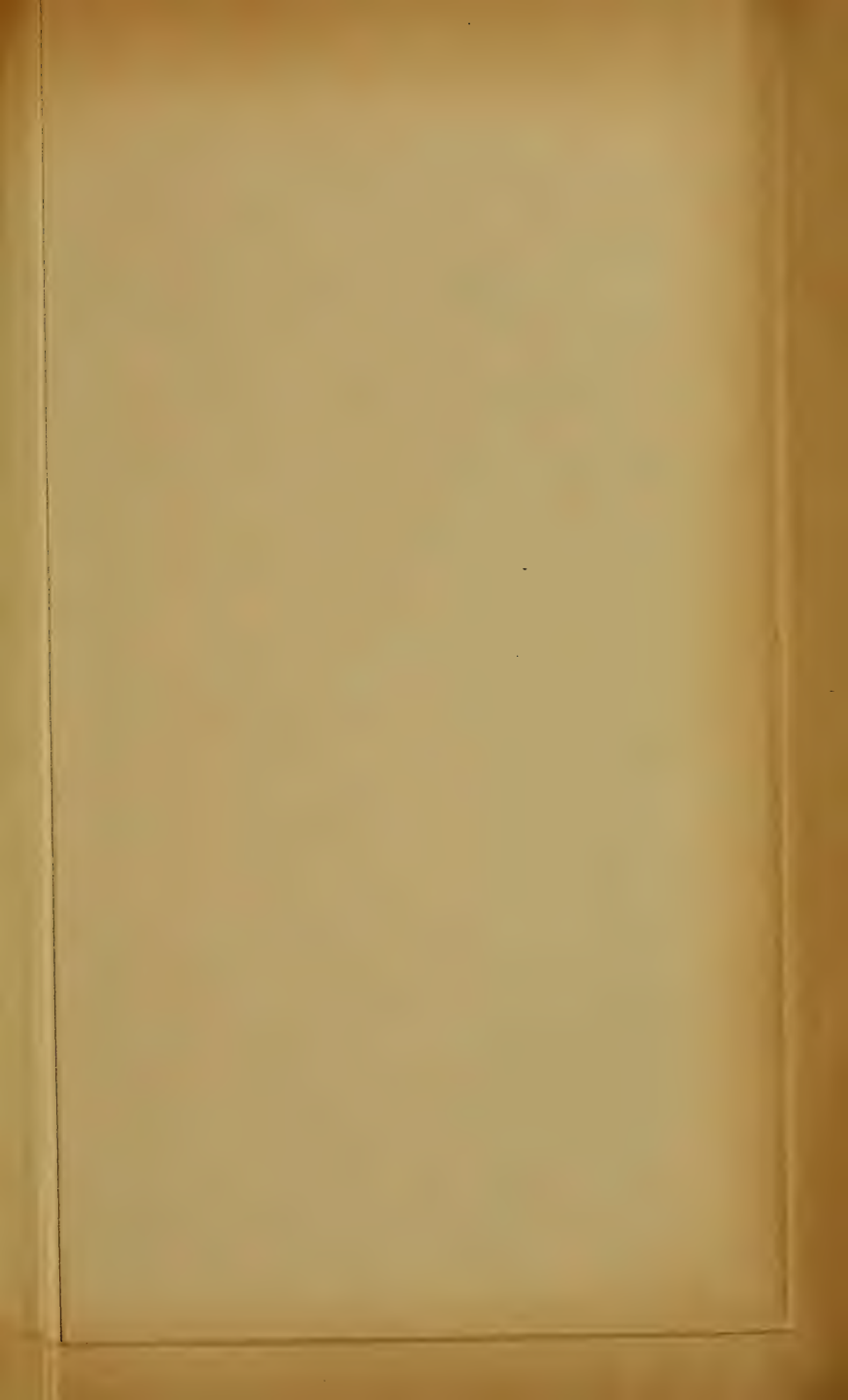
Numéro ordre	Page registre	NOMS DES FABRICANTS et lieux de provenance	Numéros des chrono- mètres	Échappement	Spiral	Marche diurne moyenne	Variation diurne moyenne	Variation du plat en points	Variation pour l'è- cart thermique	Différence avant et après l'épreuve thermique	Différence entre les marches extrêmes	REMARQUES
100	100	Association Ouvrière, Locle	21562	tourbillon	pl. Ph.	-1.05	+0.15	-0.04	indef.	0.7	4.4	réglé par Paul Bergstedt, Locle
101	100	Nicolet fils & Co, Chaux-de-Fonds	143534	ancre	pl. Ph.	-1.68	-0.27	-1.02	-0.05	0.1	4.1	réglé par Paul Bergstedt, Locle
102	100	Ch. Huguenin Son & Co, Locle	10933	ancre	pl. Ph.	-3.20	0.27	-1.70	0.03	0.3	4.0	réglé par A. Lutz, Locle
103	100	Association Ouvrière, Locle	10933	ancre	pl. Ph.	-4.13	0.31	-0.37	-0.05	0.4	3.0	réglé par Paul Bergstedt, Locle
104	100	Paul-D. Nardin, Locle	16570	ancre	pl. Ph.	-2.32	0.21	-0.78	indef.	0.3	4.0	réglé par H. Rozat & A. Bourquin, Locle
105	100	Association Ouvrière, Locle	10932	ancre	pl. Ph.	-0.45	0.30	-0.40	-0.05	0.3	4.0	réglé par Paul Bergstedt, Locle
106	100	Association Ouvrière, Locle	26338	ancre	pl. Ph.	-3.13	0.23	-0.25	indef.	0.3	3.0	réglé par Paul Bergstedt, Locle
107	100	C. B. & N.	21448	ancre	pl. Ph.	-0.12	0.33	-0.1	-0.04	0.2	4.0	réglé par Paul Bergstedt, Locle
108	100	Paul Mengy-Doret, Locle	26846	ancre	pl. Ph.	-1.49	0.32	-0.74	-0.05	0.3	3.8	réglé par A. Lutz, Locle
109	100	Isely & Frier, Locle	161115	ancre	pl. Ph.	-0.39	0.32	-1.81	indef.	0.0	4.2	réglé par Paul Bergstedt, Locle
110	100	Paul-D. Nardin, Locle	8970	ancre	pl. Ph.	-1.94	0.31	-1.20	-0.04	0.3	4.0	réglé par H. Rozat & A. Bourquin, Locle
111	100	P. Wenger-Jaccard, Locle	1433	ancre	pl. Ph.	-0.70	0.29	-0.31	+0.10	0.5	3.6	réglé par H. Rozat & A. Bourquin, Locle
112	100	Ch. Huguenin Son & Co, Locle	10930	ancre	pl. Ph.	-3.29	0.29	-1.77	indef.	0.2	5.3	réglé par Paul Bergstedt, Locle
113	100	Isely & Frier, Locle	11405	ancre	pl. Ph.	-2.76	0.29	-1.00	-0.04	0.3	4.0	réglé par A. Lutz, Locle
114	100	Paul-D. Nardin, Locle	163116	ancre	pl. Ph.	+4.06	0.40	-1.25	-0.13	0.9	4.7	réglé par Paul Bergstedt, Locle
115	100	Association Ouvrière, Locle	17808	ancre	pl. Ph.	-1.44	0.40	-2.54	-0.04	0.1	5.2	réglé par H. Rozat & A. Bourquin, Locle
116	100	Association Ouvrière, Locle	19531	ancre	pl. Ph.	-3.14	0.40	-0.82	indef.	0.1	5.2	réglé par Paul Bergstedt, Locle
117	100	H. Omsone-Stauffer, aux Puits	18832	baucelle	pl. Ph. à 2 courbes	-0.33	0.42	-0.19	+0.09	1.0	4.0	réglé par A. Wehrli, St-Maur
118	100	Ch. Huguenin Son & Co, Locle	4191	ancre	pl. Ph.	-0.88	0.41	-0.07	-0.07	0.0	4.0	réglé par Aug. Laberty, Locle
119	100	Association Ouvrière, Locle	16230	ancre	pl. Ph.	-0.65	0.41	-3.00	indef.	0.5	4.1	réglé par Aug. Laberty, Locle
120	100	Pascal Mario, Neuchâtel	10307	ancre	Breguet	-0.95	0.42	-1.77	indef.	2.3	4.8	réglé par Paul Bergstedt, Locle
121	100	Paul-D. Nardin, Locle	8433	ancre	Breguet	-0.75	0.42	-2.10	indef.	0.0	4.4	réglé par H. Rozat & A. Bourquin, Locle
122	100	C. B. & N.	21433	ancre	pl. Ph. en pall.	-2.91	0.42	-0.15	-0.15	0.5	5.2	réglé par H. Rozat & A. Bourquin, Locle
123	100	Ch. Barbaz-Baillet, Locle	21446	ancre	pl. Ph.	-3.13	0.43	-1.25	-0.03	1.0	4.3	réglé par Paul Bergstedt, Locle
124	100	Paul-D. Nardin, Locle	7917	ancre	pl. Ph.	-0.07	0.43	-0.04	-0.04	0.1	4.8	réglé par H. Rozat & A. Bourquin, Locle
125	100	Paul-D. Nardin, Locle	7721	ancre	pl. Ph.	-4.11	0.43	-0.34	+0.13	0.2	4.9	réglé par H. Rozat & A. Bourquin, Locle
126	100	P. Wenger-Jaccard, Locle	2627	ancre	pl. Ph.	-2.10	0.43	-1.72	-0.02	2.2	5.0	réglé par Paul Bergstedt, Locle
127	100	Paul-D. Nardin, Locle	8462	ancre	pl. Ph.	-2.86	0.43	-3.22	-0.04	1.0	4.3	réglé par H. Rozat & A. Bourquin, Locle
128	100	C. B. & N.	21439	ancre	pl. Ph.	-2.07	0.45	-1.03	-0.02	1.5	3.4	réglé par Paul Bergstedt, Locle
129	100	Paul Mengy-Doret, Locle	3048	ancre	pl. Ph.	-2.87	0.45	-1.14	-0.08	0.8	7.5	réglé par Paul Bergstedt, Locle
130	100	Paul-D. Nardin, Locle	7904	ancre	pl. Ph.	-1.14	0.46	-0.90	-0.08	0.6	4.0	réglé par H. Rozat & A. Bourquin, Locle
131	100	C. B. & N.	21452	ancre	pl. Ph. en pall.	-1.20	0.47	-1.97	-0.07	0.0	4.0	réglé par Paul Bergstedt, Locle
132	100	H. Barbaz-Baillet, Locle	2404	ancre	pl. Ph.	-0.56	0.46	-0.46	-0.07	0.1	4.6	réglé par J. Vogel-Jacot, Locle
133	100	Berost & Co, aux Brenets	18967	ancre	pl. Ph.	-0.46	0.46	-2.85	-0.10	0.7	6.8	fabr. et dep. par A. F. Pfister, Locle
134	100	H. Huguenin-Courvoisier, Locle	14806	ancre	pl. Ph.	+2.50	0.46	-3.94	indef.	0.0	8.5	réglé par Aug. Laberty, Locle
135	100	A. J. & A. M.	1299	ancre	pl. Ph.	-2.76	0.48	-0.97	-0.20	0.0	11.9	réglé par Aug. Laberty, Locle
136	100	J. J. & A. M.	243	ancre	pl. Ph.	-1.75	0.52	-2.30	indef.	2.0	13.0	réglé par Robert & A. Biennet, chronogr. en fonction
137	100	P. Z. & A. M.	4192	ancre	pl. Ph.	-0.69	0.52	-0.61	-0.01	1.0	4.5	réglé par A. Ziegler, Locle
138	100	Beichen & Girard, aux Gnamard-Mayer, au Mont	21447	ancre	pl. Ph.	-4.05	0.52	-1.76	indef.	0.7	4.4	réglé par Ch. Barbaz-Baillet, Locle
139	100	C. B. & N.	43549	ancre	pl. Ph.	-1.03	0.51	-1.39	-0.03	0.5	6.1	réglé par Ch. Ziegler, Locle
140	100	Jacob-Hurmann, Locle	21448	ancre	pl. Ph.	-0.78	0.57	-0.07	-0.07	0.6	6.1	réglé par Paul Bergstedt, Locle
141	100	J. Jeanneret & Koller, Chaux-de-Fonds	1083	ancre	pl. Ph.	-3.46	0.51	-0.29	indef.	0.1	6.1	réglé par Ch. Ziegler, Locle
142	100	Hod. Ch. Himm, Chaux-de-Fonds	100531	ancre	pl. Ph.	-0.23	0.51	-0.23	-0.01	5.0	6.1	réglé par Ch. Ziegler, Locle
143	100	Gresgagn & Co, Chaux-de-Fonds	494813	ancre	Breguet en pall.	-4.81	0.55	-0.64	-0.11	0.5	4.0	réglé par Paul Bergstedt, Locle
144	100	Association Ouvrière, Locle	16375	ancre	pl. Ph.	-0.76	0.55	-0.20	indef.	0.6	7.7	réglé par Aug. Laberty, Locle
145	100	H. Huguenin-Courvoisier, Locle	14808	ancre	pl. Ph.	-2.75	0.55	-1.47	-0.05	4.5	5.6	réglé par Paul Bergstedt, Locle
146	100	Paul Mengy-Doret, Locle	30484	ancre	pl. Ph.	-2.21	0.56	-1.00	indef.	1.7	13.2	chronogr. en fonction
147	100	Ed. J. & A. M.	100310	ancre	baucelle	-0.10	0.59	-0.10	-0.01	2.0	13.7	réglé par Louis Bonasac, Chaux-de-Fonds
148	100	Alexandre Bonasac, Chaux-de-Fonds	27343	ancre	pl. Ph.	-2.47	0.58	-1.57	indef.	1.2	7.4	réglé par Aug. Laberty, Locle
149	100	Favre-Leuba & Co, Locle	70881	ancre	pl. Ph.	-3.12	0.61	-2.92	-0.14	0.0	4.3	réglé par H. Rozat & A. Bourquin, Locle
150	100	Paul-D. Nardin, Locle	8175	ancre	pl. Ph.	-0.28	0.62	-0.02	-0.02	0.5	6.2	réglé par Ch. Ziegler, Locle
151	100	Sandoz & Heilmeyer, aux de L'Isle, Locle, Chaux-de-Fonds	704963	ancre	pl. Ph.	-0.67	0.62	-0.90	-0.11	1.0	6.9	réglé par Ch. Ziegler, Locle
152	100	H. Barbaz-Baillet, Locle	2337	ancre	pl. Ph.	-1.45	0.63	-0.41	indef.	0.2	7.1	réglé par Aug. Laberty, Locle
153	100	Paul-D. Nardin, Locle	8175	ancre	pl. Ph.	-0.28	0.62	-0.02	-0.02	0.5	6.9	réglé par Ch. Ziegler, Locle
154	100	Aug. Breting, & Co, Locle	29029	ancre	Breguet	-0.24	0.64	-3.20	-0.10	1.6	7.3	réglé par Ch. Ziegler, Locle
155	100	Beichen & Girard, aux Gnamard-Mayer, au Mont	185531	ancre	pl. Ph.	-4.57	0.62	-0.02	-0.02	0.0	7.0	réglé par Ch. Ziegler, Locle
156	100	Girard-Perregaux & Co, Chaux-de-Fonds	189121	tourbillon	pl. Ph. à 2 courbes	-0.28	0.62	-0.02	-0.02	0.6	6.3	réglé par Ch. Ziegler, Locle
157	100	P. Wenger-Jaccard, Locle	3681	ancre	pl. Ph.	-0.43	0.67	-1.64	indef.	1.0	6.3	réglé par Ch. Ziegler, Locle
158	100	Association Ouvrière, Locle	36810	ancre	pl. Ph.	-0.39	0.67	-0.39	-0.04	0.4	6.4	réglé par Ch. Ziegler, Locle
159	100	A. J. & A. M.	153636	ancre	pl. Ph. en pall.	-0.09	0.71	-2.48	indef.	2.3	6.7	réglé par Paul Bergstedt, Locle
160	100	Pierre-Henri-Gaux, Locle	3681	ancre	pl. Ph.	-1.97	0.70	-3.20	indef.	1.9	6.7	réglé par J. Vogel-Jacot, Locle
161	100	Hod. Ch. Himm, Chaux-de-Fonds	100312	ancre	baucelle	-0.21	0.71	-0.21	-0.01	1.0	6.7	réglé par Ch. Ziegler, Locle
162	100	V. Thurion, à Bâle	100640	ancre	pl. Ph.	-0.60	0.71	-2.29	-0.18	0.3	7.6	réglé par O. Knapf, Bâle
163	100	H. Barbaz-Baillet, Locle	404949	ancre	Breguet	-7.28	0.72	-1.44	indef.	1.0	12.7	réglé par Louis Bonasac, Chaux-de-Fonds
164	100	M. & E. A. L.	100640	ancre	pl. Ph.	-2.51	0.73	-1.44	-0.05	1.0	12.7	réglé par Aug. Laberty, Locle
165	100	V. Thurion, à Bâle	100640	ancre	pl. Ph.	-3.40	0.77	-2.64	indef.	0.5	7.9	réglé par Aug. Laberty, Locle
166	100	Girard-Perregaux & Co, Chaux-de-Fonds	189067	ancre	pl. Ph.	-0.44	0.78	-0.67	-0.02	0.2	10.1	réglé par Ch. Ziegler, Locle
167	100	Gresgagn & Co, Chaux-de-Fonds	494814	ancre	Breguet en pall.	-2.79	0.77	-0.17	indef.	1.2	14.4	réglé par Paul Bergstedt, Locle
168	100	Rossel & Fils, au de l'Isle, Locle	38789	ancre	pl. Ph. à 2 courbes	-5.78	0.80	-0.61	indef.	0.4	3.4	réglé par Paul Bergstedt, Locle
169	100	Paul-D. Nardin, Locle	8175	ancre	pl. Ph.	-0.28	0.81	-0.02	-0.02	1.8	5.1	réglé par H. Rozat & A. Bourquin, Locle
170	100	Ch.-Ed. Lardet, Fleurier	23771	ancre	pl. Ph.	-1.26	0.79	-4.53	indef.	1.4	7.1	réglé par Luthy frères, Neuchâtel
171	100	Ch.-Ed. Lardet, Fleurier	23770	ancre	pl. Ph.	-1.26	0.79	-4.53	indef.	1.4	7.1	réglé par Luthy frères, Neuchâtel
172	100	Steinmüller & Verner, Chaux-de-Fonds	3521	baucelle	cylindrique	-0.97	0.85	-0.40	indef.	1.9	8.0	réglé par Ch. Ziegler, Locle
173	100	Reichen & Girard, aux Gnamard-Mayer, au Mont	43520	ancre	pl. Ph.	-2.40	0.81	-0.41	-0.30	1.9	12.6	réglé par Ch. Ziegler, Locle
174	100	Paul Mengy-Doret, Locle	3048	ancre	pl. Ph.	-1.23	0.81	-2.65	indef.	1.4	8.4	réglé par Ch. Ziegler, Locle
175	100	Paul Mengy-Doret, Locle	3048	ancre	pl. Ph.	-1.23	0.81	-2.65	indef.	1.4	8.4	réglé par Ch. Ziegler, Locle
176	100	F. F. & A. M.	2145	ancre	pl. Ph.	-1.23	0.81	-2.65	indef.	1.4	8.4	réglé par Ch. Ziegler, Locle
177	100	Paul Mengy-Doret, Locle	3048	ancre	pl. Ph.	-1.23	0.81	-2.65	indef.	1.4	8.4	réglé par Ch. Ziegler, Locle
178	100	Reichen & Girard, aux Gnamard-Mayer, au Mont	43520	ancre	pl. Ph.	-2.40	0.81	-0.41	-0.30	1.9	12.6	réglé par Ch. Ziegler, Locle
179	100	Reichen & Girard, aux Gnamard-Mayer, au Mont	43520	ancre	pl. Ph.	-2.40	0.81	-0.41	-0.30	1.9	12.6	réglé par Ch. Ziegler, Locle
180	100	Reichen & Girard, aux Gnamard-Mayer, au Mont	43520	ancre	pl. Ph.	-2.40	0.81	-0.41	-0.30	1.9	12.6	réglé par Ch. Ziegler, Locle
181	100	Reichen & Girard, aux Gnamard-Mayer, au Mont	43520	ancre	pl. Ph.	-2.40	0.81	-0.41	-0.30	1.9	12.6	réglé par Ch. Ziegler, Locle
182	100	Reichen & Girard, aux Gnamard-Mayer, au Mont	43520	ancre	pl. Ph.	-2.40	0.81	-0.41	-0.30	1.9	12.6	réglé par Ch. Ziegler, Locle
183	100	Reichen & Girard, aux Gnamard-Mayer, au Mont	43520	ancre	pl. Ph.	-2.40	0.81	-0.41	-0.30	1.9	12.6	réglé par Ch. Ziegler, Locle
184	100	Reichen & Girard, aux Gnamard-Mayer, au Mont	43520	ancre	pl. Ph.	-2.40	0.81	-0.41	-0.30	1.9	12.6	réglé par Ch. Ziegler, Locle
185	100	Reichen & Girard, aux Gnamard-Mayer, au Mont	43520	ancre	pl. Ph.	-2.40	0.81	-0.41	-0.30	1.9	12.6	réglé par Ch. Ziegler, Locle
186	100	Reichen & Girard, aux Gnamard-Mayer, au Mont	43520	ancre	pl. Ph.	-2.40	0.81	-0.41	-0.30	1.9	12.6	réglé par Ch. Ziegler, Locle
187	100	Reichen & Girard, aux Gnamard-Mayer, au Mont	43520	ancre	pl. Ph.	-2.40	0.81	-0.41	-0.30	1.9	12.6	réglé par Ch. Ziegler, Locle
188	100	Reichen & Girard, aux Gnamard-Mayer, au Mont	43520	ancre	pl. Ph.	-2.40	0.81	-0.41	-0.30	1.9	12.6	réglé par Ch. Ziegler, Locle
189	100	Reichen & Girard, aux Gnamard-Mayer, au Mont	43520	ancre	pl. Ph.	-2.40	0.81	-0.41	-0.30	1.9	12.6	réglé par Ch. Ziegler, Locle
190	100	Reichen & Girard, aux Gnamard-Mayer, au Mont	43520	ancre	pl. Ph.	-2.40	0.81	-0.41	-0.30	1.9	12.6	réglé par Ch.



D. CHRONOMÈTRES DE POCHE

observés pendant quinze jours, au plat.

Numéros d'ordre	Page du registre	NOMS DES FABRICANTS et lieux de provenance	Numéros des chrono- mètres	Echappement	Spiral	Marche diurne moyenne	Variation diurne moyenne	Différence entre les marches extrêmes	RÉGLEURS	REMARQUES
1	176	C. Barbezat-Bailloit, Locle	1893	ancrè	pl. Ph.	- 1,83	± 0,22	1,5	J. Vogel-Jacot, Locle	répétit. à minutes; chronogr.
2	155	Rod. Uhlmann, Chaux-de-Fonds	100129	ancrè	pl. Ph.	- 2,32	0,24	3,9	Paul Borgstedt, Locle	
3	87	A. Breting & C ^{ie} , Locle	24971	ancrè	Breguet	- 1,03	0,33	2,2	Paul Borgstedt, Locle	fabriqué et déposé par L.-C. Grandjean, Ponts.
4	120	Courvoisier frères, Chaux-de-Fonds	5516	ancrè	pl. Ph. en pall.	+ 2,01	0,31	3,6	Paul Borgstedt, Locle	
5	93	A. Breting & C ^{ie} , Locle	24981	ancrè	Breguet	+ 1,52	0,34	1,0	Paul Borgstedt, Locle	
6	163	F. Wenger-Jaccard, Locle	5294	ancrè	pl. Ph.	- 1,26	0,34	1,4	Paul Borgstedt, Locle	
7	145	Rod. Uhlmann, Chaux-de-Fonds	85816	ancrè	cylindrique	+ 0,82	0,34	1,7		
8	138	Adolphe Amstad, Winterthur	136	ancrè	Breguet	- 4,00	0,34	2,3		déposé par l'Ecole d'horlogerie de Neuchâtel.
9	87	A. Breting & C ^{ie} , Locle	24970	ancrè	Breguet	+ 4,78	0,34	2,5	Paul Borgstedt, Locle	
10	135	F. Wenger-Jaccard, Locle	3926	ancrè	pl. Ph.	- 3,19	0,36	2,6	Paul Borgstedt, Locle	
11	161	Rod. Schmid, Neuchâtel	4314	baseule	cylindrique	+ 2,87	0,36	2,4		
12	101	B. et R. à N.	51478	baseule	cylindrique	- 3,57	0,37	2,7	Ch. Ziegler, Locle	fabriqué et déposé par Eug. Clémence-Burrett, Ch.-de-Fds.
13	91	A. Breting & C ^{ie} , Locle	24975	ancrè	Breguet	+ 0,74	0,39	2,3	Paul Borgstedt, Locle	
14	118	Paul-D. Nardin, Locle	8439	ancrè	pl. Ph.	+ 1,87	0,39	4,7	H. Rozat et A. Bourquin, Locle	chronographe rattrap.
15	154	Rod. Uhlmann, Chaux-de-Fonds	100128	ancrè	pl. Ph.	+ 2,77	0,38	8,0		
16	136	Oscar Wiget, Chaux-de-Fonds	4919	ancrè	Breguet	- 1,59	0,41	1,3	A. Zahnd, St-Imier	
17	90	A. Breting & C ^{ie} , Locle	24974	ancrè	Breguet	- 2,04	0,41	1,9	Paul Borgstedt, Locle	
18	100	Borel & Courvoisier, Neuchâtel	2128	ancrè	pl. Ph.	- 0,90	0,44	1,6	J. Vogel-Jacot, Locle	répétit. ; grande sonnerie à minutes.
19	177	Sandoz & Breitmeyer, succ. de J. Calame-Robert, Chaux-de-Fonds	707776	ancrè	pl. Ph.	- 1,62	0,44	1,9		
20	100	H. Sandoz, Locle	38759	baseule	cylindrique	+ 1,45	0,44	2,2	Ch. Ziegler, Locle	répétit. à minutes; chronogr.
21	177	Sandoz & Breitmeyer, succ. de J. Calame-Robert, Chaux-de-Fonds	707775	ancrè	pl. Ph.	- 1,33	0,44	2,3		
22	167	Courvoisier frères, Chaux-de-Fonds	21482	ancrè	pl. Ph.	- 1,42	0,44	2,5	J. Vogel-Jacot, Locle	répétit. à minutes.
23	82	A. Breting & C ^{ie} , Locle	24968	ancrè	pl. Ph.	- 0,37	0,44	2,8	Paul Borgstedt, Locle	fabriqué et déposé par Eug. Clémence-Burrett, Ch. de Fds.
24	109	B. et R. à N.	51260	baseule	cylindrique	- 1,21	0,46	2,4	X. Perrot & C ^{ie} , Ch.-de-Fds.	
25	130	Borel & Courvoisier, Neuchâtel	69010	ancrè	pl. Ph.	+ 4,29	0,45	3,2	J. Vogel-Jacot, Locle	
26	105	Bersot & C ^{ie} , aux Brenets	36339	ancrè	pl. Ph. en pall.	+ 1,03	0,45	4,7		
27	169	L. Jacot, Locle	18671	ancrè	pl. Ph.	- 4,04	0,48	2,4		
28	172	Rod. Uhlmann, Chaux-de-Fonds	100846	ancrè	pl. Ph.	+ 1,26	0,50	1,5		
29	109	B. et R. à N.	51259	baseule	cylindrique	- 2,59	0,51	1,1	Ch. Ziegler, Locle	fabriqué et déposé par Eug. Clémence-Burrett, Ch. de Fds.
30	136	Girard-Perregaux & C ^{ie} , Chaux-de-Fonds	227874	baseule	cylindrique	- 4,17	0,49	3,8	U. Wehrli, St-Imier	
31	136	Oscar Wiget, Chaux-de-Fonds	4921	ancrè	Breguet	- 0,86	0,51	2,7	A. Zahnd, St-Imier	
32	91	A. Breting & C ^{ie} , Locle	24976	ancrè	Breguet	- 2,73	0,51	2,7	Paul Borgstedt, Locle	
33	91	A. Breting & C ^{ie} , Locle	24977	ancrè	Breguet	- 3,33	0,53	1,8	Paul Borgstedt, Locle	
34	102	B. et R. à N.	51479	baseule	cylindrique	0,70	0,51	3,3	Ch. Ziegler, Locle	fabriqué et déposé par Eug. Clémence-Burrett, Ch.-de-Fds.
35	92	A. Breting & C ^{ie} , Locle	24980	ancrè	Breguet	+ 1,99	0,54	1,9	Paul Borgstedt, Locle	
36	100	A. Breting & C ^{ie} , Locle	24973	ancrè	Breguet	+ 3,61	0,54	2,6	Paul Borgstedt, Locle	
37	83	A. Breting & C ^{ie} , Locle	24969	ancrè	pl. Ph.	+ 0,57	0,54	2,7	Paul Borgstedt, Locle	
38	136	Oscar Wiget, Chaux-de-Fonds	4920	ancrè	Breguet	- 4,24	0,55	2,6	A. Zahnd, St-Imier	
39	179	Sandoz & Breitmeyer, succ. de J. Calame-Robert, Chaux-de-Fonds	707777	ancrè	pl. Ph.	+ 3,71	0,55	2,7		
40	178	J. M. à P.	29873	baseule	cylindrique	- 0,21	0,55	2,8	Ch. Ziegler, Locle	déposé par Henchoz frères, Locle.
41	143	Rod. Schmid, Neuchâtel	4316	baseule	cylindrique	- 6,82	0,58	2,2		
42	189	Rod. Schmid, Neuchâtel	4319	baseule	cylindrique	+ 4,80	0,59	3,6		
43	118	Paul Matthey-Doret, Locle	51475	ancrè	pl. Ph.	- 0,85	0,57	10,4	Ch. Ziegler, Locle	répétit. à minutes; triple quantième; phase de lune.
44	127	G. Jeanneret & Koehler, Chaux-de-Fonds	1091	ancrè	pl. Ph.	- 7,59	0,58	9,6		répétit. à min.; grande sonnerie, chronogr., quant. perpét.
45	87	Courvoisier frères, Chaux-de-Fonds	51853	ancrè	pl. Ph.	- 0,44	0,61	1,7	J. Vogel-Jacot, Locle	
46	137	Oscar Wiget, Chaux-de-Fonds	4842	ancrè	Breguet	- 4,87	0,60	3,0	A. Zahnd, St-Imier	
47	83	Eug. Clémence-Burrett, Chaux-de-Fonds	31803	ancrè	Breguet	+ 1,45	0,61	3,6	U. Wehrli, St-Imier	



D. CHRONOMÈTRES DE POCHE

observés pendant quinze jours, au plat.

Numéros d'ordre	Page du registre	NOMS DES FABRICANTS et lieux de provenance	Numéros des chrono- mètres	Echappement	Spiral	Marche diurne moyenne	Variation diurne moyenne	Différence entre les marches extrêmes	RÉGLEURS	REMARQUES
48	92	A. Breting & C ^o , Locle	24979	ancre	Breguet	+ 2,65	± 0,62	3,5	Paul Borgstedt, Locle	
49	140	Ch. Dubois-Studler, Chaux-de-Fonds	38258	bascule	cylindrique	- 5,70	0,60	9,3	Z. Pantillon, Chaux-de-Fonds	
50	167	Charles Dietrich, Locle	92	bascule	Breguet	- 1,51	0,63	2,4		
51	168	C. Barbezat-Kailot, Locle	20805	ancre	Breguet	- 3,11	0,64	3,0	Paul Borgstedt, Locle	
52	178	Bourquin & Kenel, Chaux-de-Fonds	15073	bascule	cyl. à cbe. Ph.	- 2,83	0,64	3,8	Z. Pantillon, Chaux-de-Fonds	déposé par Gindrat-Delachaux, Chaux-de-Fonds.
53	191	Gouvernon frères, Les Bois	1260	ancre	pl. Ph.	- 1,83	0,67	2,3	Z. Pantillon, Chaux-de-Fonds	dép. par Jeanneret & Kocher, Ch.-de-Fds; chronogr., compt.
54	124	Paul-D. Nardin, Locle	7801	ancre	pl. Ph.	+ 2,13	0,66	4,2	H. Rozat & A. Bourquin, Locle	répétit. à min., chronogr. rattrap. et compteur.
55	151	H. Barbezat-Bôle, Locle	2419	ancre	pl. Ph. en pall.	- 1,49	0,68	4,0	J. Vogel-Jacot, Locle	répétit. à min.; grande sonnerie.
56	128	Ed. Huguenin-Courvoisier, Locle	14807	ancre	pl. Ph.	- 1,03	0,66	7,4	A. Laberty, Locle	
57	86	Courvoisier frères, Chaux-de-Fonds	51852	ancre	pl. Ph.	+ 3,39	0,69	2,3	J. Vogel-Jacot, Locle	
58	153	Bourquin & Kenel, Chaux-de-Fonds	15069	bascule	cylindrique	- 5,15	0,70	3,2	Z. Pantillon, Chaux-de-Fonds	déposé par Gindrat-Delachaux, Chaux-de-Fonds.
59	82	A. Breting & C ^o , Locle	24967	ancre	pl. Ph.	+ 0,11	0,70	3,8	Paul Borgstedt, Locle	
60	166	Reichen & Girard, succ. de Guinand-Mayer, Bâle	43552	ancre	pl. Ph.	- 6,31	0,70	4,7	Ch. Ziegler, Locle	
61	120	J. S. V., à Ch.	1893	ancre	Breguet	+ 4,48	0,70	4,8	Paul Borgstedt, Locle	
62	125	Alex. Bonsack, Chaux-de-Fonds	27344	bascule	pl. Ph.	- 0,47	0,71	3,6	Louis Bonsack, Ch.-de-Fds	
63	99	M. et E., à L.-P.	461947	ancre	Breguet	+ 0,95	0,71	5,4	Ch. Ziegler, Locle	fabricqué et déposé par Hanhardt & C ^o , Chaux-de-Fonds.
64	124	Paul Matthéy-Doret, Locle	50864	ancre	pl. Ph.	- 2,15	0,69	15,8	Z. Pantillon, Chaux-de-Fonds	déposé par Gindrat-Delachaux, Chaux-de-Fonds.
65	153	Bourquin & Kenel, Chaux-de-Fonds	15072	bascule	cylindrique	- 2,49	0,72	3,6		
66	160	Rod. Uhlmann, Chaux-de-Fonds	100130	ancre	pl. Ph.	+ 2,23	0,74	3,4	Z. Pantillon, Chaux-de-Fonds	déposé par Gindrat-Delachaux, Chaux-de-Fonds.
67	143	Rod. Schmid, Neuchâtel	4315	bascule	cylindrique	- 0,62	0,75	3,3		
68	158	Bourquin & Kenel, Chaux-de-Fonds	15074	bascule	cyl. à cbe. Ph.	+ 5,55	0,75	4,2	Z. Pantillon, Chaux-de-Fonds	déposé par Gindrat-Delachaux, Chaux-de-Fonds.
69	193	Junod fils & C ^o , Chaux-de-Fonds	25859	ancre	pl. Ph.	+ 2,25	0,76	3,3	chronogr., compteur.	
70	159	Rod. Uhlmann, Chaux-de-Fonds	100132	ancre	pl. Ph.	+ 0,88	0,75	9,4		
71	93	H. Sandoz, Locle	38756	bascule	cylindrique	- 1,29	0,80	4,3	Ch. Ziegler, Locle	répétit. à min.; chronogr. et quantième.
72	136	Rod. Schmid, Neuchâtel	4317	bascule	cylindrique	+ 4,50	0,81	5,9		
73	93	A. Breting & C ^o , Locle	16570	ancre	Breguet	+ 3,57	0,84	4,8	Paul Borgstedt, Locle	
74	114	Borel & Courvoisier, Neuchâtel	2220	ancre	pl. Ph.	+ 1,01	0,85	5,0	J. Vogel-Jacot, Locle	répét. à min., triple quant. perp.; phase de lune et chronogr.
75	166	Courvoisier frères, Chaux-de-Fonds	5590	ancre	pl. Ph.	- 4,37	0,86	3,5	J. Vogel-Jacot, Locle	à seconde indépendante.
76	123	Paul Matthéy-Doret, Locle	51476	ancre	pl. Ph.	- 2,82	0,84	8,7	Ch. Ziegler, Locle	grande sonnerie à minutes.
77	92	A. Breting & C ^o , Locle	24978	ancre	Breguet	- 1,67	0,88	3,0	Paul Borgstedt, Locle	
78	178	C. J. et A. Perreoud & C ^o , Locle	3772	ancre	pl. Ph.	- 1,69	0,91	3,6	J. Vogel-Jacot, Locle	
79	125	Alex. Bonsack, Chaux-de-Fonds	27342	ancre	pl. Ph.	- 8,16	0,90	4,5	Louis Bonsack, Ch.-de-Fds	
80	147	Oscar Wigot, Chaux-de-Fonds	4841	ancre	Breguet	- 2,28	0,93	3,9	A. Zahnd, St-Imier	répétit. à min.; grande sonnerie.
81	90	A. Breting & C ^o , Locle	24972	ancre	Breguet	+ 3,88	0,93	5,2	Paul Borgstedt, Locle	
82	129	Henry Sandoz, Locle	38754	bascule	cyl. à cbe. Ph.	- 5,58	0,96	2,9	Ch. Ziegler, Locle	répétit. à min.; chronogr., quantième.
83	159	H. Barbezat-Bôle, Locle	2422	ancre	pl. Ph.	- 2,29	0,96	4,2		répétit. à min.; observé au pendu.
84	170	Bourquin & Kenel, Chaux-de-Fonds	15070	bascule	cylindrique	- 4,77	0,94	8,6	Z. Pantillon, Chaux-de-Fonds	déposé par Gindrat-Delachaux, Chaux-de-Fonds.
85	161	Paul Corlet, aux Brenets	25354	ancre	pl. Ph.	+ 6,41	1,06	4,1	J. Vogel-Jacot, Locle	
86	160	Veuve W ^o Schuchlin, Bienne	5621	ancre	pl. Ph.	- 1,97	1,10	4,5	J. Vogel-Jacot, Locle	chronogr., déposé par L.-C. Grandjean, Ponts.
87	157	Bourquin & Kenel, Chaux-de-Fonds	13094	bascule	cyl. à cbe. Ph.	- 5,98	1,10	7,0	Z. Pantillon, Chaux-de-Fonds	déposé par Gindrat-Delachaux, Chaux-de-Fonds.
88	167	Albin Perret, aux Brenets	43534	bascule	cyl. à cbe. Ph.	- 0,83	1,09	7,5	J. Vogel-Jacot, Locle	
89	129	Henry Sandoz, Locle	38756	bascule	cyl. à cbe. Ph.	- 0,20	1,13	8,5	Ch. Ziegler, Locle	répétit. à min., chronogr., quantième.
90	158	Bourquin & Kenel, Chaux-de-Fonds	15071	bascule	cyl. à cbe. Ph.	- 5,23	1,11	9,7	Z. Pantillon, Chaux-de-Fonds	déposé par Gindrat-Delachaux, Chaux-de-Fonds.
91	106	Ch. Robert-Tissot, Chaux-de-Fonds	8855	ancre	Breguet	+ 5,73	1,19	9,9	Perrin-Jeanneret, Ch.-de-Fds.	
92	135	Frédérie Cuaniillon, Chaux-de-Fonds	11102	bascule	cylindrique	- 3,99	1,27	4,9		observé au pendu.
93	164	Louis Nicoud, Chaux-de-Fonds	63220	ancre	pl. Ph.	- 8,26	1,26	11,6	Z. Pantillon, Chaux-de-Fonds	

BULLETINS DE MARCHE
DES
CHRONOMÈTRES COURONNÉS
AU
CONCOURS DE 1893



CHRONOMÈTRE DE MARINE

Echappement à ressort, spiral cylindrique
à 2 courbes Phillips,
régulé par P. Borgstedt, au Locle.

N° 11, de l'Association Ouvrière, au Locle.

NB. Les chronomètres sont comparés tous les jours à une heure à la pendule normale de l'Observatoire, réglée sur le temps moyen.

Le signe + dans la colonne *Marche diurne* indique le retard,
le signe — indique l'avance.

Date	Marche diurne	Variation	Température moyenne centigrade	Remarques
1893				
mai 7- 8	— ^s 0,07	— ^s 0,14	+ ^o 12,8	A l'armoire
8- 9	— 0,21	+ 0,04	12,5	»
9-10	— 0,17	+ 0,05	12,2	»
10-11	— 0,12	+ 0,06	12,2	»
11-12	— 0,06	— 0,20	12,5	»
12-13	— 0,26	+ 0,13	12,4	»
13-14	— 0,13	— 0,12	13,4	»
14-15	— 0,25	+ 0,04	14,6	»
15-16	— 0,21	+ 0,01	15,3	»
16-17	— 0,20	+ 0,03	16,1	»
17-18	— 0,17	+ 0,08	16,5	»
18-19	— 0,09	— 0,18	16,4	»
19-20	— 0,27	+ 0,11	16,3	»
20-21	— 0,16	— 0,04	16,4	»
21-22	— 0,20	— 0,04	16,2	»
22-23	— 0,24	+ 0,03	16,7	»
23-24	— 0,21	+ 0,12	16,9	»
24-25	— 0,09	— 0,10	16,1	»
25-26	— 0,19	— 0,10	15,4	»
26-27	— 0,29	— 0,04	14,8	»
27-28	— 0,33	+ 0,04	14,2	»

TABLEAU V

PRIX II (Suite).

Date	Marche diurne	Variation	Tempéra- ture moyenne centigrade	Remarques
1893				
mai 28-29	— 0,29 ^s	+ 0,01 ^s	+ 14,0 ^o	A l'armoire
29-30	— 0,28	— 0,09	14,5	»
30-31	— 0,37	+ 1,17	15,0	»
31- 1	+ 0,80	+ 0,41	1,3	A la glacière
juin 1- 2	+ 1,21	— 0,21	0,8	»
2- 3	+ 1,00	— 1,17	1,3	»
3- 4	— 0,17	+ 0,23	15,8	A l'armoire
4- 5	+ 0,06	— 0,07	15,8	»
5- 6	— 0,01	+ 1,86	15,4	»
6- 7	+ 1,85	— 0,03	33,3	A l'étuve
7- 8	+ 1,82	— 0,14	32,5	»
8- 9	+ 1,68	— 2,08	32,3	»
9-10	— 0,40	+ 0,19	16,7	A l'armoire
10-11	— 0,21	+ 0,28	17,3	»
11-12	+ 0,07	— 0,01	17,6	»
12-13	+ 0,06	+ 0,06	17,9	»
13-14	+ 0,12	— 0,09	18,0	»
14-15	+ 0,03	+ 0,14	18,0	»
15-16	+ 0,17	— 0,13	17,9	»
16-17	+ 0,04	+ 0,02	17,9	»
17-18	+ 0,06	+ 0,12	18,8	»
18-19	+ 0,18	0,00	19,6	»
19-20	+ 0,18	+ 0,13	20,5	»
20-21	+ 0,31	— 0,19	20,3	»
21-22	+ 0,12	— 0,12	19,2	»
22-23	0,00	+ 0,02	18,4	»
23-24	+ 0,02	— 0,05	17,9	»
24-25	— 0,03	+ 0,02	16,7	»
25-26	— 0,01	— 0,12	16,3	»
26-27	— 0,13	— 0,03	16,6	»
27-28	— 0,16	+ 0,19	17,7	»

TABLEAU V.

PRIX II (Suite).

Date	Marche diurne	Variation	Tempé- rature moyenne centigrade	Remarques
1893				
juin 28-29	^s + 0,03	^s + 0,03	^o + 18,6	A l'armoire
29-30	+ 0,06	+ 0,12	19,3	»
30- 1	+ 0,18	+ 0,03	20,0	»
juil. 1- 2	+ 0,21	+ 0,13	20,9	»
2- 3	+ 0,34	- 0,05	21,2	»
3- 4	+ 0,29	- 0,03	21,1	»
4- 5	+ 0,26	- 0,14	21,0	»
5- 6	+ 0,12		20,4	»
Marche moyenne + 0,09 Variation moyenne <u>+ 0,09</u> » pour 1^o de température - 0,02 Différence de marche avant et après l'épreuve thermique 0,03 Différence de marche entre la première et la der- nière semaine 0,36 Différence entre les marches extrêmes 2,25				

CHRONOMÈTRE DE POCHE

Echappement à tourbillon à ressort, spiral plat
à 2 courbes Phillips,
réglé par U. Wehrli, St-Imier.

N° 147625, de MM. Nicolet fils & C^{ie}, à La Chaux-de-Fonds.

NB. Les chronomètres sont comparés tous les jours à une heure à la pendule normale de l'Observatoire, réglée sur le temps moyen.

Le signe + dans la colonne *Marche diurne* indique le retard, le signe — indique l'avance.

Date	Marche diurne	Variation	Température moyenne centigrade	Remarques
1893				
juin 23-24	— 3,9 ^s	— 0,1 ^s	+ 17,9 ^o	Position horizontale
24-25	— 4,0	+ 0,3	16,7	»
25-26	— 3,7	— 0,4	16,3	»
26-27	— 4,1	0,0	16,6	»
27-28	— 4,1	+ 0,5	17,7	»
28-29	— 3,6	0,0	18,6	»
29-30	— 3,6	+ 3,0	19,3	»
30- 1	— 0,6	— 3,1	1,0	» à la glacière
juil. 1- 2	— 3,7	+ 1,8	20,9	»
2- 3	— 1,9	— 1,5	32,8	» à l'étuve
3- 4	— 3,4	+ 0,1	21,1	»
4- 5	— 3,3	— 0,1	21,0	»
5- 6	— 3,4	+ 0,4	20,4	»
6- 7	— 3,0	0,0	20,7	»
7- 8	— 3,0	0,0	21,0	»
8- 9	— 3,0	— 0,2	21,7	Position verticale, pendu
9-10	— 3,2	+ 0,1	21,5	»
10-11	— 3,1	— 0,4	21,0	»
11-12	— 3,5	— 0,1	20,6	»
12-13	— 3,6	0,0	19,7	»
13-14	— 3,6	— 0,1	18,6	»

TABLEAU VI.

B. PRIX III (Suite).

Date	Marche diurne	Variation	Température moyenne centigrade	Remarques
1893				
juil. 14-15	— 3,7 ^s	+ 0,4 ^s	+ 17,7 ^o	Position verticale, pendu
15-16	— 3,3	— 0,5	17,6	» : »
16-17	— 3,8	+ 0,2	17,2	» » »
17-18	— 3,6	+ 0,4	17,3	» » »
18-19	— 3,2	— 0,2	16,8	» » »
19-20	— 3,4	— 0,4	17,2	» » »
20-21	— 3,8	+ 0,3	18,1	» » »
21-22	— 3,5	— 0,1	17,8	» » »
22-23	— 3,6	0,0	18,9	» » } pendant
23-24	— 3,6	+ 0,8	18,8	» » } à gauche
24-25	— 2,8	— 0,4	19,4	» » } pendant
25-26	— 3,2	+ 0,5	20,2	» » } à droite
26-27	— 2,7	+ 0,1	19,5	Cadran en bas
27-28	— 2,6	— 0,9	18,8	»
28-29	— 3,5	+ 0,7	18,0	Cadran en haut
29-30	— 2,8	+ 0,1	17,5	»
30-31	— 2,7	+ 0,2	16,9	»
31- 1	— 2,5	+ 0,2	16,7	»
août 1- 2	— 2,3	0,0	15,9	
2- 3	— 2,3	— 0,1	16,1	»
3- 4	— 2,4		17,2	»
Marche moyenne				— 3s,20
Variation moyenne				± 0,22
» pour 1 ^o de température				— 0,04
Différence de marche avant et après l'épreuve thermique				0,2
Variation du plat au pendu				— 0,16
» du pendu au pendant à gauche				— 0,15
» du pendu au pendant à droite				+ 0,45
» du cadran en haut au cadran en bas				— 0,01
Différence de marche entre la première et la dernière semaine				1,22
Différence entre les marches extrêmes				3,5

CHRONOMÈTRE DE POCHE

échappement à tourbillon à ressort, sp. plat Philipps,
réglé par P. Borgstedt, au Locle.

N° 147545, de MM. Nicolet fils & C^{ie}, à La Chaux-de-Fonds.

NB. Les chronomètres sont comparés tous les jours à une heure à la pendule normale de l'Observatoire, réglée sur le temps moyen.

Le signe + dans la colonne *Marche diurne* indique le retard,
le signe — indique l'avance.

Date	Marche diurne	Variation	Température moyenne centigrade	Remarques
1893				
mai 5-6	+ ^s 0,4	+ ^s 0,2	+ ^o 14,4	Position horizontale
6-7	+ 0,6	+ 0,1	13,6	»
7-8	+ 0,7	— 0,1	12,8	»
8-9	+ 0,6	+ 0,1	12,5	»
9-10	+ 0,7	0,0	12,2	»
10-11	+ 0,7	0,0	12,2	»
11-12	+ 0,7	+ 1,8	12,5	»
12-13	+ 2,5	— 2,7	1,0	» à la glacière
13-14	— 0,2	— 0,4	13,4	»
14-15	— 0,6	+ 4,3	14,6	»
15-16	+ 3,7	— 3,8	32,5	» à l'étuve
16-17	— 0,1	0,0	16,1	»
17-18	— 0,1	— 0,7	16,5	»
18-19	— 0,8	+ 0,4	16,4	»
19-20	— 0,4	— 0,6	16,3	»
20-21	— 1,0	+ 0,2	16,4	Position verticale, pendu
21-22	— 0,8	+ 0,1	16,2	»
22-23	— 0,7	— 0,5	16,7	»
23-24	— 1,2	— 0,1	16,9	»
24-25	— 1,3	— 0,1	16,1	»
25-26	— 1,4	+ 0,4	15,4	»

TABLEAU VII.

B. PRIX IV (Suite).

Date	Marche diurne	Variation	Tempé- rature moyenne centigrade	Remarques
1893				
mai 26-27	— 1,0 ^s	+ 0,2 ^s	+ 14,8 ^o	Position verticale, pendu
27-28	— 0,8	— 0,4	14,2	» » »
28-29	— 1,2	— 0,1	14,0	» » »
29-30	— 1,3	0,0	14,5	» » »
30-31	— 1,3	0,1	15,0	» » »
31- 1	— 1,2	0,0	14,7	» » »
juin 1- 2	— 1,2	— 0,4	14,3	» » »
2- 3	— 1,6	+ 0,4	15,0	» » »
3- 4	— 1,2	— 0,2	15,8	» » } pendant à gauche
4- 5	— 1,4	+ 0,6	15,8	
5- 6	— 0,8	— 0,4	15,4	» » } pendant à droite
6- 7	— 1,2	+ 0,1	15,3	
7- 8	— 1,1	+ 0,6	15,7	Cadran en bas
8- 9	— 0,5	— 0,3	16,2	»
9-10	— 0,8	+ 0,4	16,7	Cadran en haut
10-11	— 0,4	— 0,2	17,3	»
11-12	— 0,6	— 0,9	17,6	»
12-13	— 1,5	— 0,2	17,8	»
13-14	— 1,7	+ 0,1	18,0	»
14-15	— 1,6	0,0	18,0	»
15-16	— 1,6		17,9	»
Marche moyenne				— 0,52
Variation moyenne				+ 0,24
» pour 1 ^o de température				indét.
Différence de marche avant et après l'épreuve thermique				0,8
Variation du plat au pendu				— 1,70
» du pendu au pendant à gauche				— 0,16
» du pendu au pendant à droite				+ 0,14
» du cadran en haut au cadran en bas				+ 0,37
Différence de marche entre la première et la der- nière semaine				1,80
Différence entre les marches extrêmes				5,4

CHRONOMÈTRE DE POCHE

Echappement à tourbillon, spiral plat Phillips.
réglé par P. Borgstedt, au Locle.

N° 42926, de MM. Reichen & Girard, successeurs de Guinand-Mayer, aux Brenets.

NB. Les chronomètres sont comparés tous les jours à une heure à la pendule normale de l'Observatoire, réglée sur le temps moyen.

Le signe + dans la colonne *Marche diurne* indique le retard,
le signe — indique l'avance.

Date	Marche diurne	Variation	Température moyenne centigrade	Remarques
1893				
sept. 21-22	+ ^s 0,4	+ ^s 0,1	+ ^o 16,0	Position horizontale
22-23	+ 0,5	0,0	15,4	»
23-24	+ 0,5	+ 0,2	15,0	»
24-25	+ 0,7	+ 0,2	14,4	»
25-26	+ 0,9	— 0,5	13,9	»
26-27	+ 0,4	+ 0,4	13,8	»
27-28	+ 0,8	0,0	13,6	»
28-29	+ 0,8	+ 1,8	14,2	»
29-30	+ 2,6	— 2,0	32,0	» à l'étuve
30- 1	+ 0,6	+ 3,8	14,8	»
oct. 1- 2	+ 4,4	— 4,5	1,0	» à la glacière
2- 3	— 0,1	+ 0,5	13,6	»
3- 4	+ 0,4	+ 0,6	13,1	»
4- 5	+ 1,0	0,0	13,1	»
5- 6	+ 1,0	— 1,5	13,7	»
6- 7	— 0,5	— 0,5	14,5	Position verticale, pendu
7- 8	— 1,0	0,0	14,6	»
8- 9	— 1,0	+ 0,2	14,7	»
9-10	— 0,8	+ 0,6	15,1	»
10-11	— 0,2	— 0,3	14,2	»
11-12	— 0,5	+ 0,2	13,6	»

TABLEAU VIII.

B. PRIX V (Suite).

Date	Marche diurne	Variation	Tempé- rature moyenne centigrade	Remarques
1893				
oct. 12-13	— 0,3 ^s	— 0,3 ^s	+ 13,7 ^o	Position verticale, pendu
13-14	— 0,6	+ 0,5	14,0	» » »
14-15	— 0,1	— 0,2	14,0	» » »
15-16	— 0,3	0,0	14,2	» » »
16-17	— 0,3	+ 0,2	14,3	» » »
17-18	— 0,1	— 0,2	14,2	» » »
18-19	— 0,3	+ 0,5	14,0	» » »
19-20	+ 0,2	— 0,8	13,4	» » »
20-21	— 0,6	+ 0,2	12,4	» » } pendant
21-22	— 0,4	— 0,1	12,4	» » } à gauche
22-23	— 0,5	— 0,4	12,1	» » } pendant
23-24	— 0,9	— 0,5	11,8	» » } à droite
24-25	— 1,4	+ 0,3	11,6	Cadran en bas
25-26	— 1,1	+ 1,1	11,4	»
26-27	0,0	+ 0,3	11,8	Cadran en haut
27-28	+ 0,3	+ 0,5	11,7	»
28-29	+ 0,8	— 0,4	11,2	»
29-30	+ 0,4	0,0	10,8	»
30-31	+ 0,4	+ 0,1	10,5	»
31- 1	+ 0,5	+ 0,5	10,6	»
nov. 1- 2	+ 1,0		11,0	»
Marche moyenne				+ 0s,18
Variation moyenne				± 0,28
» pour 1 ^o de température				indét.
Différence de marche avant et après l'épreuve thermique				0,9
Variation du plat au pendu				— 1,40
» du pendu au pendant à gauche				— 0,09
» du pendu au pendant à droite				— 0,29
» du cadran en haut au cadran en bas				— 1,74
Différence de marche entre la première et la der- nière semaine				0,11
Différence entre les marches extrêmes				5,8

CHRONOMÈTRE DE POCHE

Echappement à tourbillon, spiral plat Phillips,
réglé par P. Borgstedt, au Locle.

N° 21562, de l'Association Ouvrière, au Locle.

NB. Les chronomètres sont comparés tous les jours à une heure à la pendule normale de l'Observatoire, réglée sur le temps moyen.

Le signe + dans la colonne *Marche diurne* indique le retard,
le signe — indique l'avance.

Date	Marche diurne	Variation	Tempé- rature moyenne centigrade	Remarques
1893				
oct. 29-30	— 1,3 ^s	— 0,1 ^s	+ 10,8 ^o	Position horizontale
30-31	— 1,4	0,0	10,5	»
31- 1	— 1,4	0,0	10,6	»
nov. 1- 2	— 1,4	0,0	11,0	»
2- 3	— 1,4	0,0	11,1	»
3- 4	— 1,4	0,0	11,3	»
4- 5	— 1,4	— 0,1	11,6	»
5- 6	— 1,5	+ 2,8	11,8	»
6- 7	+ 1,3	— 2,9	32,2	» à l'écluse
7- 8	— 1,6	+ 3,8	11,9	»
8- 9	+ 2,2	— 4,4	1,2	» à la glacière
9-10	— 2,2	+ 0,4	10,2	»
10-11	— 1,8	+ 0,8	9,8	»
11-12	— 1,0	— 0,2	10,1	»
12-13	— 1,2	+ 0,9	9,9	»
13-14	— 0,3	— 0,6	10,1	Position verticale, pendu
14-15	— 0,9	0,0	10,3	»
15-16	— 0,9	+ 0,1	11,2	»
16-17	— 0,8	— 0,1	11,8	»
17-18	— 0,9	— 0,5	11,5	»
18-19	— 1,4	0,0	11,3	»

TABLEAU IX.

C. PRIX VI (Suite).

Date	Marche diurne	Variation	Tempéra- ture moyenne centigrade	Remarques
1893				
nov. 19-20	— 1,4 ^s	+ 0,1 ^s	+ 11,0 ^o	Position verticale, pendu
20-21	— 1,3	+ 0,2	10,3	»
21-22	— 1,1	0,0	10,2	»
22-23	— 1,1	— 0,2	9,8	»
23-24	— 1,3	+ 0,1	10,3	»
24-25	— 1,2	0,0	10,2	»
25-26	— 1,2	0,0	10,2	»
26-27	— 1,2		10,0	»
Marche moyenne — 1,05				
Variation moyenne ± 0,15				
» du plat au pendu — 0,04				
» pour 1 ^o entre les températures extrêmes — 0,03				
Ecart de proportionnalité pour les températures moyennes 3,68				
Différence de marche avant et après l'épreuve thermique 0,7				
Différence entre les marches extrêmes 4,4				

CHRONOMÈTRE DE POCHE

Echappement à ancre, spiral plat Phillips,
réglé par P. Borgstedt, au Locle.

N° 145354, de MM. Nicolet fils & C^{ie}, à La Chaux-de-Fonds.

NB. Les chronomètres sont comparés tous les jours à une heure à la pendule normale de l'Observatoire, réglée sur le temps moyen.

Le signe + dans la colonne *Marche diurne* indique le retard,
le signe — indique l'avance.

Date	Marche diurne	Variation	Température moyenne centigrade	Remarques
1893				
mai 5- 6	— 1,6 ^s	0,0 ^s	+ 14,8 ^o	Position horizontale
6- 7	— 1,6	+ 0,1	14,4	»
7- 8	— 1,5	0,0	13,6	»
8- 9	— 1,5	— 0,3	12,8	»
9-10	— 1,8	+ 0,6	12,5	»
10-11	— 1,2	— 0,4	12,2	»
11-12	— 1,6	+ 2,8	12,5	:
12-13	+ 1,2	— 2,6	1,0	» à la glacière
13-14	— 1,4	— 0,3	13,4	»
14-15	— 1,7	+ 1,3	14,6	»
15-16	— 0,4	— 1,1	32,5	» à l'étuve
16-17	— 1,5	+ 0,2	16,1	»
17-18	— 1,3	+ 0,3	16,5	»
18-19	— 1,0	+ 0,3	16,4	»
19-20	— 0,7	— 1,2	16,3	»
20-21	— 1,9	— 1,0	16,4	Position verticale, pendu
21-22	— 2,9	+ 0,4	16,2	»
22-23	— 2,5	— 0,3	16,7	»
23-24	— 2,8	+ 0,3	16,9	»
24-25	— 2,5	+ 0,5	16,1	»
25-26	— 2,0	— 0,1	15,4	

TABLEAU X.

C. PRIX VII (Suite).

Date	Marche diurne	Variation	Tempéra- ture moyenne centigrade	Remarques
1893				
mai 26-27	— 2,1 ^s	0,0 ^s	+ 14,8 ^o	Position verticale, pendu
27-28	— 2,1	+ 0,1	14,2	»
28-29	— 2,0	+ 0,2	14,0	»
29-30	— 1,8	— 0,1	14,5	»
30-31	— 1,9	+ 0,2	15,0	»
31- 1	— 1,7	— 0,4	14,7	»
juin 1- 2	— 2,1	— 0,1	14,3	»
2- 3	— 2,2	— 0,2	15,0	»
3- 4	— 2,4		15,8	»

Marche moyenne — 1s,68

Variation moyenne ± 0,27

» du plat au pendu — 1,02

» pour 1° de température — 0,05

Différence de marche avant et après l'épreuve

thermique 0,1

Différence entre les marches extrêmes 4,1

CHRONOMÈTRE DE POCHE

Echappement à bascule, spiral plat Phillips,
réglé par Aug. Laberty, au Locle.

N° 92, de MM. Ch. Huguenin Son & C^{ie}, au Locle.

NB. Les chronomètres sont comparés tous les jours à une heure à la pendule normale de l'Observatoire, réglée sur le temps moyen.

Le signe + dans la colonne *Marche diurne* indique le retard,
le signe — indique l'avance.

Date	Marche diurne	Variation	Température moyenne centigrade	Remarques
1893				
mai 30-31	— 4,8 ^s	+ 0,3 ^s	+ 15,0 ^o	Position horizontale
31- 1	— 4,5	+ 0,2	14,7	»
juin 1- 2	— 4,3	— 0,4	14,3	»
2- 3	— 4,7	+ 0,2	15,0	»
3- 4	— 4,5	+ 0,2	15,8	»
4- 5	— 4,3	— 0,2	15,8	»
5- 6	— 4,5	+ 0,2	15,4	»
6- 7	— 4,3	+ 0,7	33,3	» à l'étuve
7- 8	— 3,6	+ 3,4	15,7	»
8- 9	— 0,2	— 4,0	1,0	» à la glacière
9-10	— 4,2	— 0,1	16,7	»
10-11	— 4,3	+ 0,2	17,3	»
11-12	— 4,1	— 0,1	17,6	»
12-13	— 4,2	0,0	17,9	»
13-14	— 4,2	+ 1,6	18,0	»
14-15	— 2,6	+ 0,4	18,0	Position verticale, pendu
15-16	— 2,2	— 0,2	17,9	»
16-17	— 2,4	+ 0,3	17,9	»
17-18	— 2,1	— 0,3	18,8	»
18-19	— 2,4	+ 0,2	19,6	»
19-20	— 2,2	— 0,1	20,5	»

TABLEAU XI.

C. PRIN VIII (Suite).

Date	Marche diurne	Variation	Tempé- rature moyenne centigrade	Remarques
1893				
juin 20-21	— 2,3 ^s	— 0,2 ^s	+ 20,3 ^o	Position verticale, pendu
21-22	— 2,5	+ 0,5	19,2	»
22-23	— 2,0	— 0,4	18,4	»
23-24	— 2,4	— 0,3	17,9	»
24-25	— 2,7	+ 0,6	16,7	»
25-26	— 2,1	— 0,4	16,3	»
26-27	— 2,5	— 0,2	16,6	
27-28	— 2,7	+ 0,5	17,7	»
28-29	— 2,2		18,6	»

Marche moyenne — 3s,20

Variation moyenne ± 0,27

» du plat au pendu + 1,70

» pour 1° de température — 0,13

Différence de marche avant et après l'épreuve

thermique 0,3

Différence entre les marches extrêmes 4,6

CHRONOMÈTRE DE POCHE

Echappement à ancre, spiral plat Phillips,
réglé par P. Borgstedt, au Locle.

N° 19953, de l'Association Ouvrière, au Locle.

NB. Les chronomètres sont comparés tous les jours à une heure à la pendule normale de l'Observatoire, réglée sur le temps moyen.

Le signe + dans la colonne *Marche diurne* indique le retard,
le signe — indique l'avance.

Date	Marche diurne	Variation	Température moyenne centigrade	Remarques
1893				
mars 20-21	— 4,6 ^s	+ 0,3 ^s	+ 10,3 ^o	Position horizontale
21-22	— 4,3	— 0,1	10,1	»
22-23	— 4,4	+ 2,3	10,5	»
23-24	— 2,1	— 1,6	0,9	» à la glacière
24-25	— 3,7	+ 0,1	11,2	»
25-26	— 3,6	— 0,4	31,7	» à l'écluse
26-27	— 4,0	— 0,6	11,4	»
27-28	— 4,6	— 0,1	11,3	»
28-29	— 4,7	+ 0,5	11,2	»
29-30	— 4,2	— 0,7	12,6	»
30-31	— 4,9	+ 0,1	12,3	»
31- 1	— 4,8	— 0,3	12,6	»
avril 1- 2	— 5,1	+ 0,3	12,7	»
2- 3	— 4,8	— 0,2	12,7	»
3- 4	— 5,0	+ 1,7	12,9	»
4- 5	— 3,3	— 0,1	12,9	Position verticale, pendu
5- 6	— 3,4	— 0,4	12,7	»
6- 7	— 3,8	+ 0,3	12,4	»
7- 8	— 3,5	— 0,2	12,3	»
8- 9	— 3,7	— 0,2	12,5	»
9-10	— 3,9	+ 0,2	12,4	»

TABLEAU XII.

C. PRIN IX (Suite).

Date	Marche diurne	Variation	Tempéra- ture moyenne centigrade	Remarques
1893				
avril 10-11	— 3,7 ^s	— 0,2 ^s	+ 12,4 ^o	Position verticale, pendu
11-12	— 3,9	— 0,5	12,3	»
12-13	— 4,4	— 0,5	11,9	»
13-14	— 4,9	+ 0,6	11,4	»
14-15	— 4,3	+ 0,3	11,1	»
15-16	— 4,0	— 0,2	11,3	»
16-17	— 4,2	— 0,1	11,3	»
17-18	— 4,3	+ 0,4	11,7	»
18-19	— 3,9		12,2	»
Marche moyenne — 4^s,13 Variation moyenne ± 0,31 » du plat au pendu + 0,37 » pour 1^o de température — 0,05 Différence de marche avant et après l'épreuve thermique 0,4 Différence entre les marches extrêmes 3,0				

PROCÈS-VERBAL

DE LA 37^e SÉANCE DE LA

COMMISSION GÉODÉSIQUE SUISSE

TENUE

A L'OBSERVATOIRE DE NEUCHÂTEL

LE 27 MAI 1894

37^e séance de la Commission géodésique suisse.

*Présidence de M. le professeur Dr A. Hirsch, directeur de
l'Observatoire de Neuchâtel.*

La séance est ouverte à 1 heure et demie.

Sont présents : M. le colonel *Lochmann*, chef du Bureau topographique fédéral ; M. *Rebstein*, professeur de mathématiques à l'École cantonale de Zurich ; M. le professeur *R. Gautier*, directeur de l'Observatoire de Genève, secrétaire de la Commission.

M. le professeur *F.-A. Forel*, Président du Comité central de la Société helvétique des sciences naturelles, M. le Dr *Léon DuPasquier*, de Neuchâtel, et M. le Dr *Messerschmitt*, ingénieur de la Commission géodésique suisse, assistent à la séance comme invités, avec voix consultative.

En ouvrant la séance, M. le professeur *Hirsch* prononce les paroles suivantes :

Messieurs,

« Je dois l'honneur de vous présider aujourd'hui au triste événement, qui a privé la science d'un savant de grand mérite, la Suisse d'un de ses fils les plus méritants, et notre Commission géodésique de son plus fidèle membre, qui lui a appartenu dès l'origine et qui l'a présidée depuis la mort du général Dufour.

« Avec quel zèle, avec quel esprit à la fois pratique et élevé, avec quelle aimable aménité Wolf a accompli ces

fonctions, vous le savez trop bien, pour que j'aie besoin de le rappeler. La belle et bonne figure de notre président, son regard fin et riant, sa parole d'autant plus digne d'attention qu'elle était plus rare et concise, tous ces traits de l'homme original, que nous avons tant aimé et respecté, sont et resteront vivants dans la mémoire de ses anciens collègues de la Commission, comme de tous ceux qui ont eu le privilège de l'approcher de plus près.

« La douleur profonde et générale, que la disparition de Wolf a causée en Suisse et dans le monde savant, a été exprimée d'une manière si touchante par les orateurs éloquents dans la belle cérémonie de ses funérailles, à la « Prediger Kirche » de Zurich ; ses nombreux mérites de savant et d'érudit ont été célébrés avec tant de juste reconnaissance, et la portée considérable de son œuvre littéraire et scientifique si bien relevée dans de nombreuses nécrologies — parmi lesquelles je me permets de vous remettre une courte notice que j'ai communiquée à la Société des sciences de Neuchâtel — que je puis et dois me borner ici à invoquer la protection tutélaire de notre vieille amitié, aujourd'hui où votre confiance m'appelle à remplacer Wolf dans ce fauteuil présidentiel.

« Je sais bien que je ne réussirai pas à égaler mon prédécesseur ; je tâcherai toutefois de m'inspirer de son exemple et d'être digne de lui, au moins par l'intérêt profond que je porte à notre œuvre. »

Sur la proposition de M. *Hirsch*, président, le programme de la séance est fixé comme suit :

1^o Proposition à la Société helvétique des sciences naturelles pour combler la vacance causée par la mort de M. *Wolf* ; 2^o rapport financier ; 3^o rapport sur les travaux

géodésiques de l'exercice de 1893 et fixation du programme des travaux à exécuter en 1894 ; 4° rapport de M. Léon DuPasquier sur les déviations de la verticale, résultant de l'attraction des montagnes dans les stations situées près du méridien de Neuchâtel ; 5° rapport sur le nivellement de précision et fixation du programme pour l'année courante ; 6° rapport de M. Hirsch sur la réunion de la Commission permanente de l'Association géodésique internationale à Genève en septembre 1893 ; 7° rectification du budget de l'année 1894, prévisions budgétaires pour l'exercice de 1895 et affaires administratives.

I. La Commission géodésique décide en premier lieu de proposer à la Société helvétique des sciences naturelles de nommer membre de la Commission géodésique, en remplacement de M. *Wolf*, M. le professeur *Albert Riggenbach*, à Bâle ¹.

II. RAPPORT FINANCIER

M. le colonel *Lochmann* présente le relevé des comptes de la Commission pour l'année 1893. Ces comptes ont été visés par le président, puis approuvés par le Comité central de la Société helvétique des sciences naturelles.

¹ Conformément à ce préavis, la Société helvétique des Sciences naturelles a, dans son Assemblée générale du 31 juillet, à Schaffhouse, nommé M. le professeur *Albert Riggenbach* membre de la Commission géodésique suisse et par suite délégué de la Suisse à l'Association géodésique internationale.

Tableau des comptes de la Commission

[illegible]

géodésique suisse pour l'exercice de 1893.

1894	Dépenses.	Fr.	Cent.	Fr.	Cent.
40 janvier	pour l'Ingénieur de la Commission (M. Messerschmitt):				
	Traitement pour 1893	4000	—		
	Indemnité de logement	500	—		
	Indemnité de déplacement pour travaux de campagne	1400	—		
	Frais pour aides, calculateurs, transports, établissement de stations	3088	88	8988	80
	pour frais de nivellement en 1893:				
	Subside au bureau topogr. fédéral . . .			2500	—
	pour frais d'impression (Attinger, Hofer et Burger, Zürcher et Furrer):				
	Procès-verbal de la 35 ^e séance 1892 . .	85	90		
	Procès-verbal de la 36 ^e séance 1893 avec exposé historique	209	50		
	Exposé historique, tirage à part . . .	105	—		
	Tome VI de la « Triangulation suisse » .	1213	—	1613	40
	pour séances de la Commission à Berne et à Zurich (Prof. Dr Wolf, Prof. Dr Hirsch, Prof. Rebstein, Prof. Gautier, col. Lochmann)			380	70
	pour conférences internationales:				
	à Bruxelles 1892 (Frais du délégué) . .	895	—		
	à Genève 1893 (suisse. Prof. Hirsch) . .	340	—	1235	—
	pour contribution pour 1893 au Bureau de l'Association géodésique internationale à Potsdam	Mk. 144	—	178	75
	pour menues dépenses, achat de cartes et de livres, etc. (Bureau topogr., librairie Georg et Cie, librairie Fæsi et Beer) . .			73	70
	pour frais de bureau et d'assurance (Bureau topogr., Cie d'assurances « Zurich », L ^s Clerc)			106	—
1894	Total			15076	35
40 janvier	Solde actif à nouveau			440	56
	Berne, le 27 janvier 1894.			15216	91
	J.-J. LOCHMANN.				
	Le Président, Dr Ad. HIRSCH.				

Le colonel *Lochmann* a dû demander, au commencement de cette année, un à compte de 5000 fr. sur l'allocation annuelle fédérale. Sur cette somme, il a été dépensé à ce jour : 3272 fr. 10. Si l'on tient compte du solde actif de l'année 1893 : 140 fr. 56 et du complément de l'allocation fédérale, soit 10 000 fr., il reste disponible à ce jour une somme de 14 868 fr. 46 pour l'exercice courant.

La Commission remercie M. le colonel *Lochmann* pour sa gestion financière et renvoie à la fin de la séance l'établissement du budget définitif pour l'année 1894 et du budget provisoire pour l'année 1895.

III. TRAVAUX GÉODÉSIQUES

M. *Rebstein* donne un rapide aperçu du rapport de M. *Messerschmitt*, ingénieur de la Commission, rapport qui a déjà circulé auprès des membres de la Commission.

Grâce aux circonstances atmosphériques favorables de l'été dernier, le programme des travaux a pu être intégralement rempli et même dépassé, en ce sens que des mesures de l'intensité de la pesanteur ont été faites dans quelques stations non prévues. Il a été, en tout, occupé dix-sept stations et M. *Rebstein* conclut que les mesures ont été bien faites et que les résultats obtenus pour la pesanteur paraissent concorder avec la distribution apparente des masses.

Voici le compte rendu sommaire des résultats principaux obtenus pendant la dernière campagne et des calculs qui ont été faits durant l'hiver 1893-1894.

A. Déterminations astronomiques.

1^o Station de Hersberg. — 450^m.

Latitude astronomique	$\varphi = 47^{\circ} 40' 1,0''$
» géodésique	$B = 11,3''$
Déviation de la verticale	$\varphi - B = - 40,3''$

Azimut de la direction Hohentwiel.

Azimut astronomique	$\alpha = 285^{\circ} 14' 39,6''$
» géodésique	$A = 28,5''$
Déviation en azimut.	$\alpha - A = + 41,1''$

Il en résulte :

Déviation en longitude	$= 15,0''$
» du zénith	$\rho = 15,1''$
correspondant à l'azimut.	$\alpha = 135 \text{ (S.-E.)}$

L'attraction du Jura souabe est ainsi mise en lumière.

2^o Station de Hohentwiel. — 690^m.

Déviation en longitude	$\varphi - B = - 13,1''$
» en azimut	$\alpha - A = + 9,7''$

Il en résulte :

Déviation en longitude	$= + 13,2''$
» du zénith	$\rho = 15,8''$
correspondant à l'azimut.	$\alpha = 146 \text{ (S.-E.)}$
ce qui indique une attraction de la Forêt-Noire.	

Ces résultats concordent avec ceux que l'on peut déduire du réseau rhénan.

3^o Station de Hörnli. — 1130^m.

Déviatiou en latitude	$\varphi - B = -$	1,7 ["]
» en azimut	$\alpha - A = -$	3,1

Il en résulte :

Déviatiou en longitude	$= -$	4,2 ["]
» du zénith	$\rho =$	3,3 ^o
correspondant à l'azimut	$\alpha =$	239 (W.-S.-W.)

4^o Station de Achenberg. — 510^m.

Latitude astronomique	$\varphi =$	47 ^o 35' 4,5 ["]
Azimut de la direction Lägern	$\alpha =$	146 ^o 44' 32,9 ["]

5^o Station de Egg. — 710^m.

Latitude astronomique	$\varphi =$	47 ^o 34' 54,7 ["]
Azimut de la direction Wiesenbergl	$\alpha =$	196 ^o 31' 23,9 ["]

6^o Station de Bâle, Bernoullianum. — 270^m.

Latitude astronomique	$\varphi =$	47 ^o 33' 35,7 ["]
---------------------------------	-------------	---------------------------------------

L'impression du volume VI des publications de la Commission géodésique suisse a été terminée à la fin de 1893 et le volume expédié au commencement de l'hiver.

B. Observations de pendule.

Les mesures comparatives faites à Munich concordent d'une manière très satisfaisante avec celles de Vienne. Les valeurs qui résultent de ces deux séries d'observations pour la longueur L du pendule simple à Zurich et l'intensité de la pesanteur g au même lieu, sont :

Vienne	$L = 0,993631^m$	$g = 9,80674^m$	d'après v. Oppolzer.
Munich	624	664	» von Orff.
Moyenne	626	669	

Les mesures absolues faites à Zurich en 1889 par M. Messerschmitt avec l'appareil de Repsold avaient fourni :

$$L = 0,993632^m \quad g = 9,80675^m$$

Ce qui donne pour la différence entre les mesures absolues et relatives : pour L , + 6 unités de la 6^{me} décimale, pour g , + 6 unités de la 5^{me} décimale.

La formule de Helmholtz donne $\gamma = 9,80670$, valeur qui ne diffère des valeurs absolue et relative de g que de + 5 et — 1 unités de la 5^{me} décimale, dans le sens observation — calcul théorique.

En appliquant les valeurs relatives ci-dessus de L et de g , on trouve pour Neuchâtel : $g = 9,80660$. La valeur théorique est 9,80629, ce qui donne une différence de + 31 unités de la 5^{me} décimale. Les mesures absolues faites par M. Scheiblauer fournissaient la valeur : 9,80631, en concordance presque complète avec la valeur théorique. La différence entre les mesures absolues et relatives est donc de — 29 unités de la 5^{me} décimale.

Les mesures de la pesanteur dans la vallée du Rhin sont réduites, sauf en ce qui concerne l'attraction du terrain, laquelle n'a pu être qu'estimée approximativement à cause de la diversité des cartes disponibles et du temps qu'aurait pris un travail complet.

M. Messerschmitt a cependant essayé de représenter la distribution des couches superficielles, en supposant une couche perturbatrice de la densité 2,5. Il trouve alors :

Que, de Hersberg à Constance, on constate un défaut de masse qui va jusqu'à 500^m d'épaisseur. Ce défaut de masse augmente encore de 100^m vers Singen, puis diminue pour ne plus mesurer que 200^m à 300^m vers Schaffhouse et Eglisau, et augmente de nouveau à 400^m vers Laufenburg. Puis il diminue rapidement et se transforme en un excès de masse dans la contrée de Stein et de Rheinfelden. Cet excès de masse atteint une épaisseur de 200^m dans les environs de Bâle.

Au sud de la vallée même du Rhin, à Klingnau et sur l'Achenberg, on trouve une valeur presque normale de la pesanteur, valeur qui diminue quand on se rapproche du Jura. De même à Hohentwiel, tandis qu'à Singen, au pied même de la montagne, on constate un assez fort défaut de masse.

La situation se trouve renversée près de Säckingen : La pesanteur a une valeur normale dans la vallée même du Rhin, tandis qu'à Egg, dans la Forêt-Noire, à une altitude de 800^m, il y a un défaut de masse qui correspond à une épaisseur de 800 à 900^m. En cet endroit la masse soulevée de la Forêt-Noire semble donc compensée dans la profondeur.

Les déviations de la verticale constatées dans la vallée du Rhin correspondent bien à ces variations de la pesan-

teur. Elles sont de 2" à 4" à Schaffhouse, Eglisau, Laufenburg, Rheinfelden et Bâle. Sur les hauteurs, aux stations de Hohentwiel, Achenberg et Egg, les déviations sont plus fortes, variant de 8" à 11". Elles indiquent toutes une attraction de la Forêt-Noire.

C. Observations du magnétisme terrestre.

D'après les mesures faites avec le magnétomètre de montagne de Meyer, on trouve que la ligne d'intensité horizontale constante passe par Immenstaad, Singen, Hohentwiel, Schaffhouse, Achenberg et Egg. On reconnaît cependant de légères variations locales. C'est ainsi que l'intensité est de 1,9 % plus forte à la station de Hersberg qu'au point de départ; de 3 % plus forte à Immenstaad. Il y a donc de fortes variations entre des stations peu éloignées. A Hohentwiel, l'intensité est de 0,2 % plus forte qu'à Singen; à mi-hauteur de la montagne elle était de 0,7 % plus faible qu'au sommet et de 0,5 % plus faible qu'à Singen. Elle est encore plus faible dans le voisinage du Hohenkrähen, où elle est de 1,2 % moindre qu'à Hohentwiel et de 1,0 % moindre aussi qu'à Singen. A Eglisau, l'intensité est aussi plus faible de 1,9 % qu'à Achenberg et de 2,6 % moindre qu'à Schaffhouse.

M. *Rebstein* ajoute à ce propos qu'il a appris que la Commission météorologique suisse, récemment réunie à Zurich, s'est préoccupée à nouveau du moyen de faire des observations magnétiques plus précises. Il s'agirait d'acquérir un instrument plus parfait que le magnétomètre de Meyer et la Commission météorologique demandera probablement que la Commission géodésique participe aux frais

d'acquisition, puis que notre ingénieur se charge des mesures, de manière à ce que l'on arrive à établir une carte magnétique complète de la Suisse.

Programme des travaux pour la campagne de 1894.

Les déviations de la verticale ayant été déterminées ces dernières années sur le plateau suisse, il conviendrait maintenant de se rapprocher des Alpes, mais comme il est difficile de proposer des stations élevées sans avoir procédé à une reconnaissance préalable, M. Messerschmitt se borne à indiquer quelques points où il croit les observations possibles.

Il serait intéressant de déterminer la variation de la pesanteur sur le passage du Saint-Gothard et en même temps de déterminer la latitude et un azimut en quelques stations. Celle du Hundstock pourrait peut-être se déterminer dans la belle saison. En revanche il lui semble impossible de transporter les instruments astronomiques au Titlis ou au Six Madun, et pour avoir un point voisin du Gothard, on pourrait peut-être choisir le Gütsch près d'Andermatt, un point de la triangulation du tunnel du Gothard.

Il faudrait aussi intercaler un point entre la ligne Lägern-Wiesenberg et la ligne Rigi-Napf et M. Messerschmitt propose le Recketschwand, point initial de la triangulation lucernoise.

M. Messerschmitt demande pour assurer mieux que par le passé la connaissance de la marche du chronomètre pendant les observations de pendule, l'acquisition, ou d'un

nouveau chronomètre de marine, ou de deux à trois bons chronomètres de poche. M. Rebstein appuie cette proposition.

M. *Messerschmitt*, invité à prendre la parole, complète son rapport sur quelques points. Il insiste sur l'utilité qu'il y aurait à disposer d'un ou de plusieurs nouveaux chronomètres pour contrôler, durant les mesures de pendule, la marche horaire dont on n'est pas suffisamment sûr avec le seul chronomètre de Dubois.

La discussion est ensuite ouverte sur les différents points du rapport de M. *Messerschmitt*, résumés par M. Rebstein.

A propos des travaux exécutés en 1891, le *Président* demande pourquoi les mesures géodésiques n'ont pu être complétées à la station de Bâle.

M. *Messerschmitt* répond que, lors de son séjour à Bâle, les signaux trigonométriques nécessaires n'étaient point encore installés. Ce travail a été fait depuis par les soins des ingénieurs du Bureau topographique qui ont commencé l'été dernier la triangulation du canton de Bâle-Campagne pour l'établissement du cadastre cantonal. M. le professeur Riggenbach a, depuis lors, complété les mesures géodésiques en ce qui concerne la station du Bernoullianum.

Pour les autres stations du canton de Bâle, le *Président* fait observer que des mesures faites en vue de la confection du cadastre ne peuvent donner l'exactitude requise pour les travaux géodésiques. Il faudra que M. *Messerschmitt*, d'accord avec M. le professeur Riggenbach, reprenne ce travail et le complète ultérieurement.

Le programme des travaux de l'exercice de 1894 proposé par MM. *Rebstein* et *Messerschmitt* rencontre en général l'assentiment des autres membres de la Commission MM. *Hirsch*, *Lochmann* et *Gautier*.

M. le colonel *Lochmann* donne quelques renseignements sur les stations proposées par M. *Messerschmitt* et préférerait substituer le Homberg au Recketschwand, sa position lui paraissant plus favorable.

Le *Président* est d'accord pour envisager le Saint-Gotthard comme champ d'étude principal de l'année actuelle, au point de vue des observations astronomiques et de pendule. La station du Gütsch lui paraît excellente. La décision en ce qui concerne le Hundstock, de même que le choix entre le Homberg et le Recketschwand doivent être réservés jusqu'au moment où M. *Messerschmitt* aura fait une reconnaissance préliminaire de ces stations, après quoi il s'entendrait à ce sujet avec le colonel *Lochmann*.

La commission se déclare d'accord avec ce mode de procéder et il est aussi entendu, après quelques renseignements fournis par MM. *Rebstein* et *Gautier*, de laisser provisoirement de côté les stations élevées du Titlis et du Six Madun.

A propos des *observations magnétiques* et de l'éventualité de l'acquisition d'un nouveau magnétomètre, le *Président* reconnaît l'utilité de ces observations et de la coopération de la Commission géodésique à ce travail. Il fait seulement remarquer que l'on ne peut utilement discuter cette question aujourd'hui, aucune démarche officielle n'ayant été faite auprès de la Commission géodésique par la Commission météorologique. Il vaut d'ailleurs mieux attendre pour cela que le nouveau membre, que la Commission espère s'être associé et qui est un physicien distingué, puisse

donner son avis sur ces questions qui rentrent dans le domaine de la physique.

M. *Rebstein* fait observer que notre ancien président, M. Wolf, était aussi membre de la commission météorologique et que, pressenti sur la participation aux frais de l'acquisition du nouveau magnétomètre, il s'y était montré favorable. Il reconnaît cependant le bien fondé des remarques du Président, mais regrette vivement de voir renvoyer encore un travail systématique d'observations magnétiques. Il serait beaucoup plus simple de faire marcher ensemble, dès maintenant, les observations astronomiques et de pendule avec les observations magnétiques, aux stations occupées par notre ingénieur, au lieu que l'on soit obligé de revenir, une autre fois, avec le magnétomètre aux points dont les coordonnées astronomiques sont déjà déterminées.

La Commission décide de renvoyer l'examen de cette question à plus tard.

Sur la question de l'acquisition d'un ou plusieurs chronomètres, M. *Gautier* se déclare d'accord. Si l'état de nos finances le permet, il est évidemment préférable d'acquérir un nouveau chronomètre de marine. Si non, on pourrait acheter deux chronomètres de poche pour une somme moindre. On est arrivé maintenant à un tel degré de perfection dans le réglage de ces pièces, soit à Neuchâtel, soit à Genève, que leur emploi serait un bon contrôle pour la marche du chronomètre de Dubois.

Le *Président* reconnaît que le chronomètre de Dubois ne vaut plus ce qu'il valait autrefois et qu'il est nécessaire de recourir à un instrument plus parfait. M. *Hirsch* croit cependant que des chronomètres de poche, quelque bien réglés qu'ils soient, ne peuvent rivaliser avec les chronomètres de marine dont la construction, au Locle,

a fait des progrès étonnants. Les chronomètres de marine enregistreurs de la maison Nardin ne présentent aucune différence sensible de marche, que l'enregistrement électrique fonctionne ou pas. Ce n'a jamais été le cas du chronomètre de Dubois. Enfin l'enregistrement est indispensable pour les déterminations absolues au moyen du pendule à réversion, qui ne doivent pas être délaissées à côté des mesures relatives par le pendule de Sterneek.

Malgré la dépense qui en résulterait, M. Hirsch opine donc pour l'acquisition d'un nouveau chronomètre de marine à enregistrement électrique de la maison Nardin. Il serait facile de répartir les frais sur deux exercices ou davantage.

MM. *Gautier* et *Messerschmitt* demandent que le nouveau chronomètre soit réglé sur le temps moyen afin que sa marche puisse être comparée par la méthode des coïncidences avec celle du chronomètre de Dubois, réglé sur le temps sidéral.

Le *Président* ignore si la maison Nardin a actuellement un chronomètre réglé sur le temps moyen disponible et il fait observer que la comparaison chronographique dispenserait des observations de coïncidences.

La Commission décide l'acquisition d'un chronomètre de marine de Nardin à enregistrement électrique, de préférence réglé sur le temps moyen. Les frais seront partagés entre les exercices de 1894 et de 1895.

IV. RAPPORT DE M. LÉON DU PASQUIER

sur la déviation de la verticale, résultant de l'attraction des masses visibles, dans les stations astronomiques du méridien de Neuchâtel.

En 1891, la Commission géodésique avait chargé M. Léon Du Pasquier de déterminer à $\frac{1}{10}$ près l'influence perturbatrice des masses visibles sur la direction de la verticale de quelques stations astronomiques, situées dans le voisinage du méridien de Neuchâtel. La composante méridienne de cette déviation était seule demandée. La Commission espérait qu'en introduisant dans le calcul les densités des roches entrant en ligne de compte, c'est-à-dire la structure géologique de la région, on pourrait arriver à des résultats plus satisfaisants que ceux qu'on avait obtenus jusqu'à présent dans cette sorte d'opérations.

La longueur du travail, surtout la difficulté de se procurer des cartes propres à l'étude exacte de la question, puis la nécessité de déterminer une grande quantité de poids spécifiques de roches et enfin le fait que la carte topographique de la Suisse au 1 : 25000 n'est pas terminée, tout cela a considérablement retardé l'achèvement du travail de M. DuPasquier, sur lequel on ne peut compter encore.

Il est cependant possible d'indiquer dès maintenant pour cinq stations des résultats approximatifs qui paraissent bien approchés déjà, quoiqu'il n'ait pas encore été possible d'y tenir compte de l'inégale répartition des densités des masses superficielles. — Du reste tout porte à croire que l'influence de cette inégale répartition des densités sera, en fin de compte, excessivement minime.

M. DuPasquier a suivi, à quelques perfectionnements de détail près, la méthode de Clarke (voir Ordnance trigonometrical Survey of Great Britain and Ireland. Principal Triangulation) exposée aussi par Helmert (Mathem. u. phys. Theorien der höh. Geodäsie II, 368 et suiv.) Ensuite de ses études sur le poids spécifique des roches du Jura, de la plaine et des Alpes, il a été conduit à introduire dans le calcul une densité moyenne $\rho_0 = 2,64$, les erreurs faites en négligeant l'inégale répartition des densités ne sortant pas des limites actuelles d'erreur des résultats. On trouve de cette manière pour la déviation ξ , comptée positivement vers le Sud :

Stations	ξ "
Tête-de-Ran	— 4,39
Chaumont	+ 2,69
Neuchâtel. . . .	+ 0,10
Portalban	— 10,55
Middes. . . .	— 15,30

Ces résultats diffèrent de ceux publiés dernièrement dans le sixième volume de la triangulation suisse par M. Messerschmitt ¹ 1° par leur signe, 2° par une correction constante correspondant à l'influence des masses situées au delà du rayon de 300 kilomètres, influence qui peut en effet être considérée comme constante pour toutes les stations dans les limites d'erreur du calcul.

En rendant ces valeurs comparables à celles de M. Messerschmitt, c'est-à-dire en changeant leurs signes et en leur faisant subir une correction de $-15,33$, on obtient :

¹ Das schweizerische Dreiecknetz, herausgegeben von der schweizerischen geodätischen Commission. Sechster Band, Lotabweichungen in der Westschweiz. Im Auftrage bearbeitet von Dr. J. B. Messerschmitt, Zürich 1894.

Stations :	ξ observé (Messerschm.)	ξ calculé (DuPasq.)	Différence.
	"	"	"
Tête-de-Ran	— 10,71	— 10,94	— 0,23
Chaumont	— 17,85	— 18,02	— 0,17
Neuchâtel	— 15,63	— 15,43	+ 0,20
Portalban	— 5,32	— 4,78	+ 0,54
Middes	+ 1,40	— 0,03	+ 1,43

Il ressort de cette comparaison :

1° Un accord remarquable des déviations théoriques et réelles pour les quatre premières stations, les différences rentrant dans les limites d'erreur du calcul.

2° Une différence anormale pour la station de Middes paraissant indiquer une attraction du massif alpin plus forte qu'elle ne devrait l'être en réalité.

Il paraît prudent de ne baser pour le moment aucune spéculation sur ce résultat inattendu, jusqu'à ce que les valeurs de la déviation dans deux autres stations plus voisines des Alpes aient pu être déterminées. La différence constatée à Middes entre la déviation théorique et la déviation réelle ne paraît cependant pas due à une densité moyenne du massif alpin supérieure à la densité introduite dans le calcul, attendu qu'en admettant pour cette densité un chiffre sûrement supérieur à ce qu'il est — d'après la structure géologique apparente et sans considération d'aucune hypothèse géologique — on ne fait que diminuer un peu l'écart, sans l'annuler.

M. DuPasquier ne considère son travail que comme provisoire encore. L'achèvement de la carte topographique de la Suisse au 1 : 25000 permettra sans doute, sous peu, de traiter les stations de Berra et Naye. Par contre, il s'écoulera sans doute encore un certain temps avant que

les vraies valeurs des densités puissent être introduites avec fruit dans le calcul. Il y a lieu néanmoins de continuer les déterminations de poids spécifiques entreprises dans ce but.

Le *Président* remercie, au nom de la Commission géodésique, M. DuPasquier du très intéressant rapport qu'il vient de lui communiquer. Il ressort du travail très étendu auquel s'est livré M. DuPasquier que la déviation calculée au moyen des masses visibles s'accorde en général d'une façon remarquable avec celle qui résulte des observations directes et ce travail éclaircit une question intéressante du chapitre des déviations de la verticale.

Le *Président* voudrait que ce rapport fût imprimé, au moins en résumé, au procès-verbal de la séance, ce qui est adopté et renvoyé, pour les détails, à une entente entre le président, l'auteur et le secrétaire.

V. NIVELLEMENT DE PRÉCISION.

M. le colonel *Lochmann* présente un *Rapport sommaire sur les travaux de nivellement exécutés par le Bureau topographique fédéral, pendant l'année 1893.*

Le nivellement de la ligne *Weinfeld-Wil* avait comme objet de contrôler le repère n° 326 à Wil, lequel avait été relié en 1891 à *Frauenfeld*. Les deux opérations concordent d'une manière très satisfaisante.

Le nivellement de la ligne voisine *Wil-Werdenberg* a été rendu nécessaire par une erreur grossière de lecture ou d'écriture, d'un mètre environ, commise sur cette ligne en 1890. Cette erreur a été découverte entre les repères de *Wattwil* et de *Kappel*. Mais le nivellement de cette ligne

clôture encore avec une erreur de 89^{mm}, erreur trop forte pour sa longueur qui est de 62^{km},8. Au reste, les deux opérations de 1890 et de 1893 diffèrent trop pour certaines sections de la ligne. C'est spécialement le cas entre les repères n° 145 (Werdenberg) et n° 329 (Wildhaus), aussi cette section sera-t-elle nivelée encore une fois cette année par un nouvel opérateur et en sens inverse.

Le travail de *conservation des repères du nivellement de précision* a eu lieu en 1893 sur les lignes: Genève-Morges, Morges-Lausanne-Fribourg-Berne, Berne - Olten-Brugg-Zurich, Zurich-Stekborn-Rorschach-Rheineck.

Ce travail a présenté en quelques points des difficultés de différentes natures. Il a été dans certains cas très difficile de trouver des objets convenables, solides et bien garantis pour y fixer les contre-repères des anciens repères du nivellement. Puis, il était souvent malaisé de déterminer avec certitude si l'objet qui portait l'ancien repère avait été déplacé ou pas. Il en est résulté l'obligation de niveler à nouveau ces repères douteux, ce qui a beaucoup allongé l'opération.

Sur cet ensemble de lignes il existait 404 *repères de 1^{er} ordre du nivellement*. Sur ce nombre, 139 seulement, soit le 34 %, ont été trouvés intacts; 206, soit le 51 %, sont hors d'usage ou détruits; 59, soit le 15 %, étaient douteux; et sur ce dernier nombre 32 (54 %) ont été trouvés déplacés, tandis que 27 seulement (46 %) ont été reconnus intacts.

Le nombre des *contre-repères* placés sur ces lignes a été de 277, dont 206, soit le 74 %, ont été placés sur des surfaces horizontales pour satisfaire au desideratum exprimé par la Commission géodésique l'année dernière et 71 seulement, soit le 26 %, contre des surfaces verticales,

lorsqu'il n'y avait pas possibilité de trouver une surface horizontale offrant la stabilité voulue.

Ce travail a été exécuté par M. le Dr Hilfiker, sous l'inspection de M. le Colonel *Lochmann* et de M. *Rosenmund*. Il sera continué cette année sur d'autres lignes.

Pour que ce travail de conservation ne soit pas continuellement à refaire, le colonel *Lochmann* a adressé une nouvelle lettre-circulaire aux vingt-deux gouvernements cantonaux pour les prier :

1^o D'attirer, par avis officiels, l'attention de leurs ressortissants sur l'importance des repères du nivellement ;

2^o D'organiser un service permanent de surveillance par leurs ingénieurs et leurs agents voyers ;

3^o De signaler immédiatement au Bureau topographique fédéral les dommages ou destructions auxquels des repères auraient été en butte.

La plupart des gouvernements cantonaux ont répondu de la manière la plus encourageante, en assurant leur concours au travail de conservation des repères. N'ont pas répondu : les gouvernements des cantons du Tessin, du Valais, de Genève et du canton de Thurgovie, lequel possède d'ailleurs une loi spéciale organisant un service de surveillance de tous les repères.

Le Bureau topographique fédéral a adressé une demande analogue aux grandes Compagnies de chemins de fer, qui, toutes, ont promis leur collaboration au travail de conservation.

Pour faciliter aux cantons la coopération qu'on leur demande et leur fournir tous les éléments nécessaires, le Bureau topographique fédéral fait reproduire actuellement en autographie, pour chaque canton, les croquis de tous

les repères de son rayon, avec indication de la hauteur au-dessus du repère fondamental de la Pierre du Niton. Cette publication charge le budget du Bureau topographique d'une somme annuelle de 3000 francs, mais elle sera d'une grande utilité et les premiers cahiers paraîtront encore cette année.

Conformément à une décision antérieure de la Commission et à l'occasion de ces travaux, on a profité de relier au réseau du Nivellement quelques *stations météorologiques* qui se trouvaient dans le voisinage des lignes nouvellement contrôlées. A mentionner seulement, comme particulièrement importants : le nivellement à double de la ligne Lausanne-Champ-de-l'Air (1^{km},3) et le polygone, Rorschach-Heiden-Rheinek-Rorschach (23^{km}).

La mire qui avait été commandée à la maison Kern et Cie à Aarau, a été livrée au mois d'avril 1893. Mais comme elle présentait une division très différente de celle des mires exécutées précédemment, il a fallu la refuser et en commander une plus satisfaisante.

Le colonel *Lochmann* indique ensuite le *Programme des travaux de nivellement pour l'année 1894* et signale en particulier les points qui intéressent directement la Commission géodésique suisse. Ce sont :

1^o Le nivellement de contrôle de la ligne Werdenberg-Wildhaus ;

2^o Le nivellement des limnimètres du Rhin, de Ragatz jusqu'à Rheinek, nivellement qui sera exécuté en même temps que le repérage de la ligne Ragatz-Rheinek ;

3^o Le nivellement de la ligne Rheinek-Lindau, assurant le contrôle des points de jonction avec les nivellements

autrichien et bava-rois et le nivellement des limnimètres du lac de Constance ;

4^o Repérage de la ligne Sargans-Zurich ;

5^o-9^o Repérage des lignes Steckborn-Bâle, Brugg-Stein, Eglisau-Frauenfeld, Frauenfeld-Weinfelden, Weinfelden-Wyl.

Il y aura aussi quelques jonctions de stations météorologiques, quelques travaux exécutés pour le Bureau fédéral d'inspection des travaux publics. Les travaux seront exécutés par M. le Dr Hilfiker et M. Straub.

Le *Président* remercie le Colonel Lochmann de cet intéressant compte-rendu et le programme pour l'année courante est approuvé par la Commission géodésique.

Le colonel *Lochmann* ajoute encore qu'à ses yeux le nivellement de jonction entre le Locle et Morteau ne peut être considéré comme définitif et que la différence constatée lors du nivellement de contrôle entre le Locle et la Chaux-de-Fonds reste inexpliquée. Il estime que, comme contrôle définitif, il faudrait vérifier encore le repère de la Chaux-de-Fonds au moyen de ceux du Val-de-Saint-Imier.

Le *Président* propose de prendre une décision dans ce sens, en disant : La Commission géodésique décide de faire exécuter l'année prochaine un nivellement de contrôle reliant la Chaux-de-Fonds au 1^{er} repère en bronze établi sur terrain solide dans la direction du Val-de-Saint-Imier, afin de déterminer définitivement les changements qui semblent être survenus au repère du Locle. — Adopté.

Le colonel *Lochmann* voudrait aussi que l'on reprît la question du nivellement de jonction Delémont-Delle sur les pièces originales et qu'éventuellement on refit ce nivellement l'année prochaine.

La Commission renvoie l'étude de cette question et de la meilleure solution à lui donner à l'examen de MM. Hirsch et Lochmann.

VI. RAPPORT DE M. HIRSCH

sur la Réunion de la Commission permanente de l'Association géodésique internationale à Genève en septembre 1893.

La Commission permanente de l'Association géodésique internationale s'est réunie au mois de septembre dernier pour la troisième fois en Suisse et la seconde fois à Genève. Grâce à l'aimable hospitalité des autorités et savants de Genève, grâce surtout au talent d'organisation de notre cher collègue M. Gautier, tous les délégués de l'Association, présents à Genève, ont exprimé leur satisfaction reconnaissante de l'accueil qu'ils y ont trouvé et de l'agrément qu'ils ont ressenti de leur séjour dans la belle ville du Léman.

Les séances, fréquentées par dix-huit délégués officiels et par de nombreux invités qui les ont honorées de leur présence, ont été pleines d'intérêt et utiles au progrès de l'œuvre internationale, comme vous pourrez vous en convaincre par les comptes-rendus, que vous recevrez sous peu, et dont je dépose ici les premiers exemplaires, encore incomplets, qui sortent de presse. Il suffira donc de relever aujourd'hui quelques points d'un intérêt particulier.

L'étude des variations des latitudes, qui présente une actualité spéciale, a fait de nouveau des progrès notables; non seulement les derniers doutes sur la réalité du phénomène, qui avaient encore été exprimés à la Conférence de

Bruxelles, ont disparu, mais il excite de plus en plus l'attention du monde scientifique, des astronomes et des géologues en particulier; on reconnaît toujours davantage, non seulement l'intérêt scientifique qu'il présente, mais aussi son importance pratique pour rendre les positions géographiques (la latitude surtout) indépendantes des déplacements périodiques de l'axe terrestre.

On a appris à Genève que les observations faites par M. Preston à Honolulu, qui viennent d'être publiées, s'accordent parfaitement avec celles de M. Marcuse; d'autre part on continue les observations de la hauteur du pôle au moyen de la méthode Horrebow-Talcot dans plusieurs observatoires, notamment à Strasbourg et à Potsdam; d'autres, en Italie, en Russie, et aux États-Unis, se préparent à y prendre part par l'acquisition d'instruments appropriés (de Wanschaff); un astronome distingué des États-Unis, M. *Chandler*, a soumis le sujet à des recherches théoriques fort savantes et croit avoir établi que le phénomène présente, outre la période *annuelle*, une autre de 430 jours; il prétend pouvoir le représenter par une formule à deux termes. Cependant les écarts entre les valeurs observées et calculées d'après cette formule sont encore trop grands, presque de l'ordre des variations elles-mêmes, et surtout trop systématiques, comme l'a fait remarquer M. Tisserand. Il en est de même pour les anciennes séries de latitudes de Greenwich, dont M. *Bakhuyzen* pense pouvoir déduire également une période de 432 jours, à côté de la période annuelle. Du reste M. *Helmert* ne croit pas possible de représenter ainsi les variations observées par une formule à deux termes, parce que, même si les mouvements des masses sur la surface terrestre, qui en sont les causes probables, agissaient régulièrement, il est

plus que douteux qu'ils provoqueraient exactement un déplacement circulaire du pôle d'inertie. Il ne faut pas se contenter de rechercher les moyennes de plusieurs années, si on ne veut pas obscurcir un des côtés les plus intéressants du phénomène et entraver les recherches.

M. *Schiaparelli*, dont le général Ferrero a communiqué à l'Assemblée de Genève un fort intéressant mémoire sur la question, envisage également que la cause de ces variations étant d'origine tellurique, il n'est pas probable que leurs lois puissent s'exprimer rigoureusement par une théorie mathématique simple ; les périodes irrégulièrement variables, auxquelles se superposent peut-être des variations séculaires, exigent des recherches pendant un temps indéfini, comme on fait, par exemple, pour les variations périodiques et séculaires du magnétisme terrestre.

On voit donc que la théorie du déplacement de l'axe terrestre a besoin encore d'une série d'années d'observations systématiques avant de pouvoir être établie sur des bases solides. Comment se les procurer de la manière la plus pratique et utile ?

Sur ce point les opinions sont encore partagées parmi les astronomes et les géodésiens : les uns, parmi lesquels surtout M. *Færster* et M. *Schiaparelli*, soutiennent que le mode le plus rationnel et le plus simple consiste à créer pour l'étude systématique et prolongée de ce phénomène délicat et compliqué une série de 3 ou même 4 stations spéciales, qui devraient être situées, à quelques kilomètres près, sur le même parallèle, parce que, à cette condition seulement, on parviendra à affranchir les variations observées de l'influence des mouvements propres des étoiles employées, qui seront naturellement les mêmes dans ces quatre stations ; il va sans dire qu'on les y observera avec

des instruments de même nature et d'après les mêmes méthodes. — D'autres, dont M. *Bakhuyzen* surtout s'est fait l'organe, croient au contraire qu'il suffirait d'accepter la coopération d'un certain nombre d'observatoires existants, qui s'entendraient entre eux, pour unifier autant que possible les procédés d'observation, et d'utiliser, en outre, les bonnes séries de latitudes obtenues par d'autres méthodes, dans le passé et dans l'avenir. Leur argument principal est tiré de la difficulté de trouver les moyens financiers considérables et les hommes capables qu'il faudrait pour organiser un grand nombre d'observatoires spéciaux situés en partie dans des pays lointains et peu civilisés.

M. *Schiaparelli*, dans son remarquable mémoire, a répondu qu'il y aurait des combinaisons possibles dans lesquelles on pourrait utiliser des observatoires situés sous la même latitude, comme Naples et New-York, qu'il s'agirait de compléter par deux autres stations spéciales ; il cite également la combinaison des deux observatoires russes de Taschkent et de Pékin qu'on pourrait compléter par une station à Vladivostok.

L'expérience du passé justifie l'espoir que les Gouvernements de l'Association géodésique ne refuseront pas d'accorder les moyens financiers pour une entreprise scientifique d'une importance si considérable, qui serait soutenue en outre par l'appui d'un grand nombre de Commissions géodésiques nationales et, on peut l'espérer, aussi par celui de la Société astronomique internationale.

Comme en tout cas il n'était pas possible de décider à Genève cette difficile question, dont la résolution est naturellement réservée à la Conférence générale de 1895, qui doit s'occuper du renouvellement de l'Association internationale et qui pourra en même temps faire aux Gouverne-

ments intéressés des propositions sur cette entreprise spéciale, la Conférence de Genève, sur la proposition du général Ferrero, a chargé une Commission restreinte, formée de MM. *Schiaparelli*, *Tisserand* et *Færster*, d'étudier, avec l'appui du Bureau central, de près et sous toutes ses faces, la question des variations de la latitude, afin de préparer sa solution pour la prochaine Conférence générale.

M. Hirsch ajoute à ce propos que, dernièrement, sur l'initiative de M. *Færster*, la Commission permanente a accordé, par correspondance, à l'unanimité, une somme de 3000 Mk pour aider à la construction, par M. Wanschaff, d'un instrument zénital, avec lequel M. *Færster* se propose d'essayer, à son observatoire, l'enregistrement photographique des étoiles dans l'emploi de la méthode Horrebow-Talcot. Peut-être aura-t-on déjà quelques nouvelles sur les résultats de ces essais à la prochaine Conférence qui s'assemblera cette année le 5 septembre à *Insbruck*.

Revenant à la réunion de Genève, le Président cite encore, parmi les rapports spéciaux, le travail considérable de M. *van de Sande-Bakhuyzen* sur la *Compensation du Réseau des Longitudes*, qu'il a accompli, avec la coopération du Bureau central, pendant plusieurs années, et qui aboutit à un tableau des longitudes compensées.

Il parle ensuite du Rapport de M. *von Kalmár* sur les *Nivellements de précision*, dans lequel l'auteur rend compte systématiquement, et d'une manière très complète, des instruments et méthodes employés dans les différents pays, et qu'il a accompagné de nombreux dessins représentant les principaux appareils de nivellement. Il constate que, malgré la diversité des instruments, ils offrent, ainsi que les méthodes, assez d'homogénéité, et que les nivellements récents, du moins dans la plaine, dépassent même sen-

siblement le degré d'exactitude qu'on avait fixé à l'origine.

Enfin, M. *Lallemant* a rendu compte, au nom de la Commission spéciale nommée à Bruxelles, de l'état actuel de la question du *Zéro international des altitudes* ; ce rapport est un simple exposé historique des différentes phases par lesquelles a passé cette épineuse question, trop influencée malheureusement par des préoccupations nationales. Cette fois encore elle a été renvoyée aux prochaines conférences ; il n'est guère probable qu'elle trouve sa solution avant celle de 1895.

VII. AFFAIRES ADMINISTRATIVES ET BUDGETS.

Pour régler, conformément à la pratique des Bureaux fédéraux, certaines questions de finances, la Commission décide de placer l'Ingénieur de la Commission au bénéfice de l'ordonnance du Conseil fédéral du 26 janvier 1878, sur les indemnités de déplacement accordées aux employés fédéraux, avec les modifications introduites le 25 mars 1890. L'Ingénieur de la Commission sera assimilé aux employés fédéraux de 2^{me} classe et touchera les indemnités prévues à l'art. 3, lettre *b*, avec la modification sous n^o 4 en date du 25 mars 1890, et sous la réserve stipulée à l'art. 5 de l'ordonnance primitive.

En raison de l'augmentation de dépenses qui résulte de cette décision et de l'acquisition du chronomètre de marine, le budget provisoire arrêté l'année dernière subit quelques modifications assez importantes. Sur la proposition du colonel *Lochmann*, la Commission adopte sous la forme suivante le budget rectifié pour 1894 et un projet de budget pour 1895.

BUDGET RECTIFIÉ POUR 1894.

Recettes.

Solde actif de 1893	Fr.	140 56
Allocation fédérale pour 1894	»	15000 —
	Fr.	<u>15140 56</u>

Dépenses.

Traitement de l'ingénieur	Fr.	4000 —
Indemnité de logement au même	»	500 —
Frais de voyage et de bureau de l'ingénieur	»	1900 —
Frais des stations astronomiques et de pendule	»	2000 —
Frais de nivellements.	»	3000 —
Acquisition et réparation d'instruments	»	1000 —
Frais d'impression	»	1500 —
Séances de la Commission suisse et de la Commission permanente internationale	»	800 —
Contribution annuelle à l'Association géo- désique internationale pour 1894	»	237 50
Imprévu et divers.	»	203 06
	Fr.	<u>15140 56</u>

BUDGET PROVISOIRE POUR 1895.

Recettes.

Allocation fédérale pour 1895	Fr.	15000 —
---	-----	---------

Dépenses.

Traitement de l'ingénieur	Fr.	4000	—
Indemnité de logement au même	»	500	—
Frais de voyage et de bureau de l'ingénieur	»	1900	—
Frais des stations astronomiques et de pendule	»	1800	—
Frais de nivellements.	»	3000	—
Acquisition et réparation d'instruments .	»	1000	—
Frais d'impression	»	1500	—
Séances de la Commission suisse et de la Commission permanente internationale	»	800	—
Contribution annuelle à l'Association géo- désique internationale pour 1895 M. 192	»	240	—
Imprévu et divers.	»	260	—
		Fr.	15000 —

La séance est levée à cinq heures trois quarts.

Le Secrétaire,

R. GAUTIER.

Le Président,

A. HIRSCH.

*Errata au procès-verbal de la 36^{me} séance
de la Commission géodésique suisse, du 7 mai 1893.*

Page 7, 18^{me} ligne. *Au lieu de :* Ce travail de contrôle doit être actuellement considéré comme définitif, — *lire :* Ce travail de contrôle *peut, sauf quelques vérifications,* être considéré comme définitif.

Page 7 à la suite, pour ce qui concerne la ligne Delémont-Delle, *ajouter à la fin de l'alinéa :* MM. Hirsch et Lochmann auront à revoir ce qui concerne cette ligne.

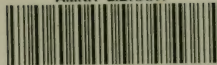
Page 9, 20^{me} ligne. *Tracer,* à propos des types de repères adoptés par le Bureau topographique fédéral, les mots : *à tête légèrement sphérique.*

Page 10, 2^{me} ligne. *Au lieu de :* tel cas, — *lire :* des cas et *tracer les mots :* comme dans les parois de rochers.

Page 10, 10^{me} ligne. *Au lieu de :* 33 repères nouveaux, dont 12 horizontaux et 21 verticaux dans la roche, — *lire :* 45 repères nouveaux, dont 24 horizontaux et 21 verticaux dans des parois de maçonnerie.



AMNH LIBRARY



100135669

Bulletin de
Neuchâtel

Mus 1 5 1947

